

Université Mohamed Khider – Biskra  
Faculté des Sciences et de la technologie  
Département : Architecture  
Ref : .....



جامعة محمد خيضر بسكرة  
كلية العلوم و التكنولوجيا  
قسم : الهندسة المعمارية  
المرجع:.....

Thèse présentée en vue de l'obtention  
Du diplôme de  
**Doctorat en sciences en : Architecture**

**Spécialité (Option) : Architecture, Forme, Ambiances et développement durable**

**Vers une topologie ambiante de l'espace  
architectural. Référence aux cas des musées**

Présentée par :  
**Saraoui Selma**

Soutenue publiquement le **29/09/2020**

**Devant le jury composé de :**

ZEMMOURI Nouredine	Professeur	Président	Université de Biskra
BELAKEHAL Azeddine	Professeur	Rapporteur	Université de Biskra
MAZOUZ Said	Professeur	Examineur	Université d'Oum El Bouaghi
ROUAG-SAFFIDINE Djamila	Professeur	Examineur	Université de Constantine

**Vers une topologie ambiante de l'espace architectural. Référence aux cas des musées**

- 🌐 A mon Algérie le pays qui vit dans celui qui meurt !
- 🌐 A la mémoire de mes grands-parents paternel et maternel martyrs de la révolution.
- 🌐 A la ville de Biskra la chaleureuse, la conviviale et l'enchanteresse, où on ne se sent jamais étrangers !
- 🌐 A mes fils que j'adore !

Je dédie ce travail

*Remerciements :*

*La réalisation de cette thèse a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui je voudrais témoigner toute ma gratitude.*

*Je voudrais tout d'abord adresser toute ma reconnaissance à Mr. Belakehal Azeddine directeur de cette thèse, l'enseignement que j'ai reçu et les précieux conseils que vous avez bien voulu me prodiguer, croyez bien que je me garde de les oublier et que je tiens à vous en marquer ici, toute ma déférente gratitude.*

*À Monsieur le Pr Lemcuri Nourdine, c'est avec un très vif plaisir que j'ai appris votre présidence du jury, qu'il me soit permis de vous traduire la reconnaissance que j'éprouve à votre endroit.*

*À Monsieur et Madame le Pr. Mazouz Said et Pr. Saffidine Djamilia, je les remercie vivement d'avoir accepté d'examiner et d'évaluer ce travail, j'ai tant apprécié leurs qualités scientifiques et humaines lors de mon passage dans leurs cours.*

*Je remercie aussi mes enseignants de la post-graduation de l'Institut d'Architecture de Biskra particulièrement : Pr. Farhi A, Pr. Meumi, et Dr. Bensaci.*

*L'adresse mes plus sincères remerciements à mon très cher papa, ma maman, mon adorable époux, mes sœurs et mon frère Yahia qui m'ont apporté une aide essentielle, et une motivation primordiale, par leur soutien, leur assistance et leurs amours. Sans oublier mes beaux parents et les belles sœurs et les beaux frères.*

*Je présente également mes remerciements pour mes étudiantes : Ikni Kahina et Messacudi Tacues (Sonia), pour leur soutien moral et aide précieuse.*

*Enfin, Je remercie tous mes collègues de la post-graduation, avec qui j'ai passé de très agréables années au sein de l'Institut d'Architecture de Biskra, et mes collègues aussi actuellement au département d'architecture de Bejaia et de Sétif.*

*À tous, je garderai toujours le souvenir émue de votre bienveillance à mon égard et veillerai sans cesse à m'en montrer digne.*

*Selma*

## Table des matières

Résumé	
Tables des matière	i
Listes des figures	xii
Listes des tableaux	xxiii

### *Introduction générale*

Introduction générale	01
-----------------------	----

### *Chapitre 01 : Les ambiances un « langage » de l'espace architectural*

Introduction :	07
1. Les dimensions de l'espace architectural :	07
1.1. La dimension pré-structurelle de l'espace architectural :	07
1.2. La dimension structurelle de l'espace architecturale :	10
1.3. La dimension expérientielle de l'espace architectural :	10
• Mouvement vers et depuis l'espace : passage	
• Mouvement entre espaces : jonction	
• Mouvement dans l'espace : lieu	
1.4. La dimension fonctionnelle de l'espace architectural :	12
1.5. la dimension architecturale de l'espace architectural :	13
2. Les champs des ambiances et la recherche scientifique :	14
2.1. Les leviers conceptuels selon Thibaud :	14
2.1.1. La naissance de la notion du lieu :	15
2.1.2. Le geste :	15
2.1.2.1. L'ordinaire en commun :	15
2.1.2.2. Le sensible qualifié :	16
2.1.2.3. Les leviers conceptuels :	16
2.2. Les ambiances entre les vues et les non vues :	17
2. 3. L'emploie de l'adjectif pour une ambiance :	18
• Modalité visuelle :	19
• Modalité auditive :	
• Multimodalité :	
2.3.1. Du langage « usager » au langage « expert » à relire et à préciser que l'on emploie quel que soit le type d'ambiance.	20
• Adjectifs construits et non construits	20
• Diversité lexicale	
• Spécificité des adjectifs de	
2. 3. L'ambiance ou les ambiances et la conception à l'ère de la numérisation :	23
2.3.1. La visualisation par logiciel :	24
• La transdisciplinarité :	
• Une nouvelle manière de concevoir	
Conclusion	26

## *Chapitre 02 : les ambiances architecturales dans l'espace muséal*

Introduction	27
1. De l'ambiances à l'ambiance dans le musée :	
1.1. L'environnement physique et la notion des ambiances dans le musée :	27
1.1.1. L'ambiance lumineuse :	28
1.1.1.1. Les manières et les dispositifs d'éclairer par la lumière naturelle dans les musées :	29
1.1.1.1.1. Dispositif de l'éclairage latéral :	30
1.1.1.1.2. Dispositifs Eclairage zénithaux :	32
1.1.1.1.3. Dispositifs de l'éclairage orienté et /ou composée :	33
1.1.1.2. L'éclairage muséographique :	34
1.2. L'ambiance Sonore :	35
1.2.1. L'importance du son et l'essence de l'ambiance sonore dans le musée :	36
1.2.2. Typologie des outils de muséographie sonore moderne :	36
• Le paysage sonore :	36
• Les narrations du guide au guide audio :	
• Les objets sonores :	
1.3. L'ambiance olfactive :	37
1.4. L'ambiance tactile :	38
1.5. L'ambiance thermique :	38
1.6. L'ambiance formelle :	40
2. Absence d'une caractérisation topologique des ambiances :	
2.1. Etude de la lumière dans les travaux des architectes :	
2.1.1. Les études des théoriciens :	40
2.1.2. Les études des praticiens :	41
2.1.3. Absence de théorisation topologique pour l'ambiance lumineuse :	42
2.2. Etude du son dans les travaux des architectes :	42
2.2.1. Absence de caractérisation sonore topologique :	43
2.3. Etude de la thermique dans les travaux des architectes :	44
2.3. Etude de l'odorat dans les travaux des architectes :	45
Conclusion	<b>45</b>

## *Chapitre 03 : Topologie, Espace, Ambiances*

Introduction	46
1. Apport de la topologie mathématique à l'espace architectural	46
2. De la géométrie Euclidienne à l'espace topologique	47
2.1 La topologie métrique mathématique :	
2.1.1. L'espace métrique topologique	47
2.1.1. Les variétés topologiques :	48
1.3.1.1. Théorème d'homéomorphisme de Brouwer :	48
1.3.1.2. Passage d'une carte à l'autre :	49
1.3.2. Variété différentiable :	49

1.3.3. Homéomorphisme :	50
2. La topologie mathématique en architecture :	50
3. La topologie dans la pensée architecturale (entre théoriciens et praticiens)	51
3.1. L'approche topologique :	53
3.1.1-L'approche topologique en architecture vue par les branches philosophiques :	54
3.1.2-L'approche topologique en architecture vue par la psychologie :	54
3.1.3-L'approche topologique en architecture vue par les chercheurs mathématiciens :	54
3.2. La topologie entre théorie et pratique :	55
3.2.1- le point de vue des architectes théoriciens :	55
3.2.2-Le point de vue des architectes praticiens :	56
3.2.2.1-La topologie est « mouvement » :	57
3.2.2.2-La topologie est « l'évènement » :	57
3.2.2.3-La topologie est 'continuité et mouvement dynamique' :	57
3.2.2.4-La topologie est 'le mouvement, la durée, et les points' :	58
3.3 -Essai de synthèse :	59
3.3.1-Définition	
4. Conceptualisation et positionnement de la recherche	60
4.1. La topologie lumineuse :	60
4.2. La topologie sonore :	61
4.2.2. Les outils de présentation topologique sonore :	61
4.3. Topologie thermique :	66
4.3.1. Les essais de définitions :	66
4.4. Topologie olfactive :	68
4.4.1. Les essais de définitions :	68
4.4.2. Du parcours commenté au paysage olfactif :	68
4.3.2.1. Le parcours commenté olfactif urbain :	68
4.4.2.2. Le parcours commenté olfactif architectural :	71
Conclusion	74

### ***Chapitre 04 : le musée : histoire et typologies***

Introduction	77
1. Selon les critères de l'ICOM (l'Avant et l'après muséologie –muséographie) :	77
2. La typologie selon le ou les contenus :	80
2.1. Les musées d'art :	81
2.2. Les musées généraux, spécialisés, monographiques et mixtes :	81
2.3. Les musées d'histoire :	81
2.4. Les musées d'ethnographie, d'anthropologie et d'arts populaires Groupe :	81
2.6 Musées de la technologie scientifique et industrielle.	81
2.7. Autres types de variations logiques muséales.	81
3. Selon le mode de gestion (musées publics et musées privés)	82
4. Selon les besoins de l'exposition (Les Nouveaux centres d'art) :	83
5. Selon l'historique de l'évolution (évolution de la typologie muséale) :	84
5.1. Avant la période de la Renaissance :	86
5.2. Durant la Renaissance :	86

5.2.1 Les studiolo des princes de la Renaissance :	86
5.2.2 Les palais du Belvédère :	86
5.2.3 La naissance des premières galeries d'exposition :	87
5.2.5 La création des armoires d'objet :	88
5. 3 Le musée de l'époque Baroque :	88
5.4. Une architecture de l'espace muséal :	88
5.4.1. Le Néoclassicisme	89
5.4.2. Les notions du musée-palais et du musée-temple :	89
5.4.2.1 Le néoclassicisme en Allemagne :	90
5.4.2.2 Les galeries britanniques :	91
5.4.2.3. Les musées américains du 19 <sup>ème</sup> siècle :	92
5.4.2.4 Le musée éclectique :	92
5.5. L'architecture et le musée au 20 <sup>ème</sup> siècle :	92
5.5.1 Les musées de transition :	93
5.5.2 Le musée moderne :	94
5.5.3 Le musée moderne aux États-Unis :	95
5.5.4 L'émergence de la notion du « cube blanc » Après la Seconde Guerre mondiale :	96
5.6. Les musées contemporains :	97
5.6.1 Du musée moderne au musée de masse :	97
5.6.2 L'influence de la postmodernité sur l'architecture muséale :	97
5.6.3 La Réutilisation des architectures préexistantes :	97
5.6.4 Les musées à l'ère de la dématérialisation :	
5.6.5 Le musée symbole :	99
6. Selon la forme architecturale :	100
6.1. Les typologies des musées contemporains selon les courants des années 90 :	101
6.1.1. Le postmodernisme dans les années 1990 :	101
6.1.2. Le nouveau modernisme et la déconstruction :	102
6.1.3. Ecologie postmoderne dans les années 1990.	102
6.1.4. Le paradigme de la complexité :	103
6.1.5. Modernisme tardif ou « High Tech » :	103
6.2. Des ambiguïtés typologiques, un architecte pour plusieurs courants :	105
6.2.1. Une typologie des éléments architectoniques en fonctions des architectes :	105
6.2.2. Une typologie en fonction des architectures :	106
6.3. Entre tendances, courants, ou anatomies architecturales :	107
6.3.1. Signification de l'architecture à travers les dessins :	108
6.3.2. Une typologie de l'architecture muséale en fonctions des dessins :	109
6.3.2.1. Les plans centrés :	109
6.3.2.2. Les plans linéaires :	110
6.3.2.3. Les plans superposés :	110
6.3.2.4. Les plans orthogonaux avec cour :	110
6.3.2.6. Les insertions urbaines :	111
6.3.2.7. Les greffes et extensions :	112
7. Situation de la recherche :	112
Conclusion	114

### *Chapitre 05 : Les musées contemporains comme corpus d'étude*

Introduction	116
1. Critère de sélection	116
1.1. Période historique	117
1.1.1 L'apport de la muséologie et de la muséographie aux musées :	117
1.2. L'intention de l'architecte	118
1.3. Le contenu de l'information	120
2. Présentation du corpus d'étude	122
2.1. Les musées situés en France	
2.1.1. Musée départemental préhistoire (Roland Simounet 1981)	123
2.1.2. Musée des beaux-arts de Grenoble (Olivier Félix-Faure, Antoine Félix-Faure et Philippe Macary Lorenzo Piqueras. 1990-1994)	125
2.1.3. Musée national de Tayac (Jean-Pierre Buffi 1985-2004)	127
2.1.4. Musée du quai de Branly Nouvel (Jean Nouvel 2006)	128
2.1.5. Musée de l'histoire naturelle (Paul Chemetov et Borja Huidobro 1987-1993)	129
2.1.6. Concours MQB Rudy Ricciotti	131
2.2. Les musées situés en Allemagne	
2.2.1. Musée Beyeler Riehen (Renzo Piano 1998)	132
2.2.2. Musée SAMMLUNG GOETZ Munich (Jacques Herzog and Pierre de Meuron 1989-1992)	132
2.2.3. Humbucker Bahnhof Museum, für Gegenwart, Berlin (Josef Paul Kleihues 1988)	133
2.2.4. Vitra design museum (Frank Gehry 1988-1989)	136
2.2.5. Musée juif de Berlin (Daniel Libeskind 1999)	122
2.3. Les musées situés en Espagne	
2.3.1. Musée Guggenheim Bilbao (Frank O. Gehry 1993)	138
2.3.2. Centro Gallego de Arte contemporaneo (Alvaro Siza, 1994)	139
2.3.3. Musée hydraulique Espagne (Juan Navarro Baldeweg, 1989 et 1992)	141
2.3.4. Musée de l'Archéologie maritime CARTAGENA (Alberto Campo Baeza 1998)	142
2.4. Les musées situés en Suisse	
2.2.4. Musée Jean Tinguely (Mario Botta 1993-1996)	143
2.4.3 Musée d'ethnographie suisse (Hanger, Monnerat, Petitpierre, 1995)	144
2.4.3. Musée Beyeler Riehen (Renzo Piano 1998) :	146
2.5. Les musées situés en Autriche :	
2.5.1. Musée historique de Salzbourg (Hans Hollein 1989-1990)	147
2.5.2. KUNSTHAUS BREGENZ, Autriche (Peter Zumthor 1990-1997)	149
2.6. Les musées situés en Grande Bretagne	
2.6.2 American air museum Duxford GB (Foster's partners 1993-1997)	151
2.7. Les musées situés en Italie	
2.7.1. Musée DE MAXXI Zaha Hadid 2010)	152
2.7.2. Ara Pacis museum (Richard Meier & Partners 1995-2006)	154
2.8. Les musées situés au pays bas	
2.8.1. Bonnefanten museum, Maastricht, Pays-Bas (Aldo Rossi 1990-1994)	156
2.8.2. KUNSTHAL ; Rotterdam Pays Bas (Rem Koolhaas 1987-1992)	159
2.9. Les musées situés en Belgique :	
2.4.1. Musée Hergé (Portzamparc 2006)	160
2.10. Le musée situé en Finlande	
2.9.1. Musée Nykytaiteen Kiasma, Helsinki, (Steven Holl 1993-1998)	160

2.11. Le musée situé en Suède :	
2.10.1. Le musée d'Art moderne et d'Architecture Stockholm, Suède (Rafael Moneo 1990-1997)	161
2.10. Les musées situés au Danemark :	
2.6.1. North Jutland Art Museum Alborg (Elissa and Alvar Aalto 1998)	163
2.11. Le musée situé en Grèce	
2.11.1. Musée de l'Acropole Athènes (Bernard Tschumi 2007)	164
2.12. Le musée situé en Norvège	
2.12.1. Aukrustsentret Alvdal, Norvège (Sverre Fehn 1993-1996)	165
Conclusion	167

### ***Chapitre 06 : Le parcours muséal et la séquence ambiante***

Introduction	168
1. Le parcours muséal et la promenade architecturale :	168
2-L'analyse séquentielle :	170
2.1-Définition :	170
3. Elaboration du modèle d'analyse :	172
3.1. Cas de l'ambiance lumineuse :	174
3.1 -Identification du parcours :	174
3.2 - Repérage des baies par leurs axes	174
3.3 -Délimitation les séquences :	174
3.4 - Description de la séquence lumineuse :	175
2. Cas de l'ambiance sonore	176
2.2 - Repérage des sources sonores par leurs directions :	177
2.3 -Délimitation des séquences :	177
2.4 - Description de la séquence sonore :	179
3. Cas de l'ambiance thermique :	185
3.2 - Repérage des sources thermiques par leurs positions (saison estivale) ou la qualité thermique de l'espace architectural conçu :	186
3.3 -Délimitation des séquences :	187
3.4 - Description de la séquence thermique :	188
4. De la lecture séparée à la lecture combinée :	189
5. Application sur un cas d'étude :	191
Conclusion	201

### ***Chapitre 07 : les discontinuités des séquences lumineuses muséales***

Introduction :	203
1.les discontinuités lumineuses dans l'espace muséale.	203
1.1. Les discontinuités résultantes :	203
1.1. La discontinuité d'orientation	204
1. 2.la discontinuité du type d'éclairage :	205
1. 3.la discontinuité de la forme de la baie :	205

1.4. La discontinuité de la proportion de la baie par rapport au mur ou au plafond :	206
1.5. Discontinuité de la taille de la baie :	206
1.6. La discontinuité de la position de la baie :	207
1. 7. Discontinuité de l'inclinaison de la paroi :	207
1.2. Les familles de discontinuités :	208
1.2.3. Discontinuités position /taille /orientation de la baie	208
1.2.2. Discontinuités du type d'éclairage /taille. De la baie	208
1.2.3. Discontinuités orientation /taille /complément de vitrage de la baie :	209
1.2.4. Les discontinuités et la typologie de parcours :	210
1.2.5.les discontinuités et L'orientation :	210
1.2.6. Les discontinuités et la nature du site :	211
1.3. L'analyse de texte et la sémantique des architectes :	211
1.3.1. Les correspondances dans la sémantique des architectes :	211
1.3.1.1. Mouvement et révélation :	212
1.3.1.2 Transparence et opacité, intégration, et atmosphère.	212
1.3.1.3. Orientation, formalisation, perspective lumineuse, admission et distribution.	213
2. les topologies lumineuses et la sémantique des architectes (discontinuités /qualificatifs) :	213
4. Interprétation :	214
4.1. Les discontinuités :	214
4.2 La sémantique :	215
4.3. Les rapports entre discontinuités et sémantique :	215
5. la quantité de l'éclairage surfacique et la vérification des topologies résultantes :	216
5.1. La discontinuité d'orientation :	216
5.2. La discontinuité de type d'éclairage :	217
5.3. La discontinuité de la forme de la baie	219
5.4. La discontinuité de la proportion de la baie :	219
5.5. La taille de la baie :	220
5.6. La position de la baie :	221
Conclusion :	222

### ***Chapitre 08 : les discontinuités des séquences sonores muséales***

Introduction :	225
1.Lecture du cas par cas :	225
1. 1Les musées situés en France	225
1.1.1 Musée départemental préhistoire (Roland Simonet 1981) :	225
1.1.2. Musée des Beaux-Arts de Grenoble (Olivier Félix-Faure, Antoine Félix-Faure et Philippe Macary Lorenzo Piqueras. 1990-1994) :	227
1.1.3. Musée national de Tayac (Jean-Pierre Buffi 1985-2004) :	229
1.1.4. Musée du quai de Branly Nouvel (Jean Nouvel 2006) :	230
1.1.5. Musée de l'histoire naturelle (Paul Chemetov et Borja Huidobro 1987-1993) :	231
1.1.6. Concours MQB Rudy Ricciotti 1994 :	232

1.2. Les musées situés en Allemagne	234
1.2.1. Musée SAMMLUNG GOETZ Munich (Jacques Herzog and Pierre de Meuron 1989-1992) :	234
1.2.2. Humbuguer Bahnhof museum, fur Gegenwart, Berlin (Josef Paul Kleihues 1988):	235
1.2.3. Vitra design museum (Frank Gehry1988-1989) :	239
1.2.4. Musée juif de Berlin (Daniel Libeskind 1999) :	241
1.3. Les musées situés en Espagne :	243
1.3.1. Musée Guggenheim Bilbao (Frank O. Gehry 1993) :	244
1.3.2. Centro Gallego de Arte contemporaneo (Alvaro Siza, 1994) : à refaire	246
1.3.3. Musée hydraulique Espagne (Juan Navarro Baldeweg) :	248
1.3.4. Musée de l'Archéologie maritime CARTAGENA (Alberto Campo Baeza 1998) :	249
1.4. Musées situés en SUISSE :	250
1.4.1. Musée Jean Tinguely (Mario Botta 1993-1996) :	251
1.4.2. Musée d'ethnographie suisse (Hanger, Monnerat, Petitpierre,1995) :	252
1.4.3. Musée Beyeler Riehen (Renzo Piano 1998) :	252
1.5. Les musées situés en Autriche :	
1.5.1. Musée historique de Salzbourg (Hans Hollein 1989-1990) :	252
1.5.2. KUNSTHAUS BREGENZ, Autriche (Peter Zumthor 1990-1997) :	254
1.6. Les musées situés en Grande Bretagne :	255
1.6.1 American air museum Duxford GB (Foster partners 1993-1997):	255
1.7. Les musées situés en Italie :	229
1.7.1. Museum DE MAXXI Zaha Hadid (2007) :	229
1.7.2. Ara Pacis museum (Richard Meier & Partners 1995-2006) :	259
1.8. Les musées situés au pays bas :	259
1.8.1. Bonnefanten museum, Maastricht, Pays-Bas (Aldo Rossi 1990-1994) :	259
1.8.2. KUNSTHAL ; Rotterdam Pays Bas (Rem Koolhaas 1987-1992) :	261
1.9. Les musées situés en Belgique :	263
1.9.01. Musée Hergé (Portzamparc 2006) :	263
1.10. Le musée situé en Finlande :	
1.10.1. Musée Nykytaiteen Kiasma, Helsinki, (Steven Holl 1993-1998) :	266
1.11. Le musée situé en Suède :	
1.11.1. Le musée d'Art moderne et d'Architecture (Rafael Moneo 1990-1997) :	267
1.12. Le musée situé au DANEMARK :	271
1.12. 1. North Jutland Art museum Alborg (Elissa and Alvar Aalto1998) :	
1.13. Le musée situé en Grèce :	271
1.13.1. Musée de l'Acropole Athènes (Bernard Tschumi 2007) :	272
1.14. Le musée situé en Norvège :	
1.14.1. Aukrustsentret Alvdal, Norvège (Sverre Fehn 1993-1996) :	274
2. Les correspondances entre les différents musées :	275
2.1. Résultats de l'analyse séquentielle pour les discontinuités sonores :	275
2.1.1. Les discontinuités d'orientation :	275
2.1.2. Les discontinuités de direction :	276
2.1.3. Les discontinuités de réverbération :	276
2.1.4. Les discontinuités de son utile (réfléchi) :	277
2.1.5. Les discontinuités de réfraction :	277
2.1.6. Les discontinuités de son direct :	277

2.1.7. Les discontinuités de frontière sonore :	278
2.2. Les correspondances entre les discontinuités :	278
2.2.1. Discontinuité de L'orientation/ la direction :	278
2.2.2. Discontinuité de la Frontière sonore/le Son direct/le Son utile :	278
2.2.3. Discontinuité du Son masqué /l'Echo :	279
Conclusion :	280

## *Chapitre 09 : les discontinuités des séquences thermiques muséales*

Introduction :	284
1.Lecture du cas par cas des séquences thermiques :	284
1. 1Les musées situés en France	284
1.1.1 Musée départemental préhistoire (Roland Simounet 1981) :	285
1.1.2. Musée des Beaux-Arts de Grenoble (Olivier Félix-Faure, Antoine Félix-Faure et Philippe Macary Lorenzo Piqueras. 1990-1994) :	285
1.1.3. Musée national de Tayac (Jean-Pierre Buffi 1985-2004) :	286
1.1.4. Musée du quai de Branly Nouvel (Jean Nouvel 2006) :	287
1.1.5. Musée de l'histoire naturelle (Paul Chemetov et Borja Huidobro 1987-1993) :	287
1.1.6. Concours MQB Rudy Ricciotti 1994 :	288
1.2. Les musées situés en Allemagne	292
1.2.1. Musée SAMMLUNG GOETZ Munich (Jacques Herzog and Pierre de Meuron 1989-1992) :	292
1.2.2. Humburger Bahnhof museum, für Gegenwart, Berlin (Josef Paul Kleihues 1988):	393
1.2.3. Vitra design museum (Frank Gehry1988-1989):	295
1.2.4. Musée juif de Berlin (Daniel Libeskind 1999) :	297
1.3. Les musées situés en Espagne :	298
1.3.1. Musée Guggenheim Bilbao (Frank O. Gehry 1993):	300
1.3.2. Centro Gallego de Arte contemporaneo (Alvaro Siza, 1994) :	300
1.3.3. Musée hydraulique Espagne (Juan Navarro Baldeweg) :	303
1.3.4. Musée de l'Archéologie maritime CARTAGENA (Alberto Campo Baeza 1998) :	304
1.4. Musées situés en SUISSE :	304
1.4.1. Musée Jean Tinguely (Mario Botta 1993-1996) :	304
1.4.2. Musée d'ethnographie suisse (Hanger, Monnerat, Petitpierre,1995) :	305
1.4.3. Musée Beyeler Riehen (Renzo Piano 1998) :	306
1.5. Les musées situés en Autriche :	307
1.5.1. Musée historique de Salzbourg (Hans Hollein 1989-1990) :	307
1.5.2. KUNSTHAUS BREGENZ, Autriche (Peter Zumthor 1990-1997) :	308
1.6. Les musées situés en Grande Bretagne :	309
1.6.1 American air museum Duxford GB (Foster partners 1993-1997):	309
1.7. Les musées situés en Italie :	
1.7.1. Museum DE MAXXI Zaha Hadid (2007) :	310
1.7.2. Ara Pacis museum (Richard Meier & Partners 1995-2006):	313

1.8. Les musées situés au pays bas :	315
1.8.1. Bonnefanten museum, Maastricht, Pays-Bas (Aldo Rossi 1990-1994) :	315
1.8.2. KUNSTHAL ; Rotterdam Pays Bas (Rem Koolhaas 1987-1992) :	316
1.9. Les musées situés en Belgique :	317
1.9.01. Musée Hergé (Portzamparc 2006) :	318
1.10. Le musée situé en Finlande :	320
1.10.1. Musée Nykytaiteen Kiasma, Helsinki, (Steven Holl 1993-1998):	320
1.11. Le musée situé en Suède :	322
1.11.1. Le musée d'Art moderne et d'Architecture (Rafael Moneo 1990-1997) :	324
1.12. Le musée situé au DANEMARK :	325
1.12. 1. North Jutland Art Museum Alborg (Elissa and Alvar Aalto1998):	
1.13. Le musée situé en Grèce :	325
1.13.1. Musée de l'Acropole Athènes (Bernard Tschumi 2007) :	325
1.14. Le musée situé en Norvège :	326
1.14.1. Aukrustsentret Alvdal, Norvège (Sverre Fehn 1993-1996) :	326
2. Les discontinuités thermiques résultantes :	327
2.1. Les typologies des discontinuités résultantes :	327
2.1.1.les discontinuités par période de l'année :	327
2.1.2. Les correspondances entre les discontinuités :	329
2.2. Les discontinuités et les caractéristiques du projet influant sur la thermique	329
2.2.1. Le site et la latitude :	329
2.2.2. L'orientation :	330
2.3. Le parcours :	330
2.4. Correspondance globale :	331
Conclusion :	333

### ***Chapitre 10: Caractérisation quantitative des environnements physiques***

Introduction :	335
1.L'ambiance lumineuse :	335
1.1. Les normes d'exposition :	335
1.1.1. Des Musée aux normes par rapport à la lumière :	336
1.1.1.1. Les musées aux normes avec œuvres à sensibilité élevée :	336
1.1.1.2. Les musées aux normes avec œuvres à sensibilité moyenne :	338
1.1.1.3. Les musées aux normes avec œuvres à sensibilité faible :	339
1.1.2. Des musées aux valeurs d'éclairément supérieures aux normes :	340
1.1.3. Des musées aux valeurs d'éclairément inférieures aux normes :	342
2.L'ambiance sonore :	342
2.1. Musées dont la courbe sonore est équilibrée :	342
2.2. Musées dont la courbe sonore est décroissante	346
2.3. Les courbes sonores croissantes :	349
3.L'ambiance thermique :	350
3.1. Une première lecture en fonction des volumes :	350
3.1. Une lecture en fonction des résultats du logiciel :	352

3.2.1. Les musées avec un niveau de confort inférieur à 50% :	352
3.2.1.1. Pour le musée de Tayac :	354
3.2.1.1.1. Pour le cas du musée de Kansthal Rotterdam :	356
3.2.2. Les musées avec un niveau de confort aux alentours de 50% :	358
3.2.2.1. Le musée Jean Tingley :	
3.2.3. Les musées avec un niveau de confort supérieur à 50% :	360
3.2.3.1. Le cas du musée Centre Gallego de Arte contemporaneo Espagne :	362
Conclusion	363

## *Chapitre 11 : Vers une cartographie séquentielle, ambiante, muséale*

Introduction :	366
1. La topologie lumineuse :	366
1.1. la carte locale de la topologie lumineuse :	366
1.1.1. L'origine dans la géométrie différentielle :	366
1.1.2. La variété dominante (la baie) :	366
1.1.2.1. Les cartes aux variétés singulières :	366
1.1.2.2. Les atlas aux variétés combinées de la topologie lumineuse :	366
2. La topologie sonore :	364
2.1. La carte locale de la topologie sonore :	364
2.1.2. La variété dominante (le son et les caractéristiques de l'onde sonore) :	366
2.1.2.1. Les cartes aux variétés sonores singulières :	366
2.1.2.1. Les atlas aux variétés sonores combinées :	366
3. La topologie thermique :	366
3.1. La carte locale de la topologie thermique	367
3.1.1. Les cartes aux variétés thermiques singulières	367
3.1.2.1. Les atlas aux variétés thermiques combinées :	367
4. Un atlas de la topologie ambiante :	368
4.1 Un atlas de la même variété :	368
4.2. Un atlas des différentes variétés :	368
4.2.1. Les probabilités de croisement :	369
4.2.1. Les atlas de topologie lumineuse et sonore [Séquences combinées (lumière-son)]	369
4.2.1.1. Les exemples des superpositions par croisement (son / lumière) :	369
4.2.2. Les atlas de la topologie lumineuse et thermique [Séquences combinées (lumière-thermique)] :	372
4.2.2.1. Les exemples des superpositions par croisement (Thermique / lumière) :	373
4.2.3. Les atlas de la topologie sonore et thermique [Séquences combinées (sonore-thermique)] :	381
4.2.3.1. Les exemples des superpositions par croisement (Thermique / sonore) :	382
4.2.4. Les atlas de la topologie ambiante [Séquences combinées (lumineuse-sonore-thermique)] :	386
4.2.4.1. Les exemples des superpositions par croisement (Thermique / sonore/ Lumière) :	387
4.2.5. Les atlas de topologie ambiante et le type de parcours.	390
Conclusion	395

*Conclusion générale*

Conclusion générale

397

---

Bibliographie

407

## Table des figures

### *Chapitre 01 : Les ambiances un « langage » de l'espace architectural*

Figure I.01 : Les relations spatiale selon Bergson (Source : Atlas de la philosophie, 2008. )	08
Figure I.02 : Les différents passages dans Dar Al Annabi, Sidi Bou Saïd, Tunis (Source : Belakehal.A, 2017)	11
Figure I.03 : Les différentes jonction intérieur extérieure par la porte et la fenêtre dans et mosquées turques (Source : Belakehal.A, 2018)	12
Figure I.04 : Le lieu d'étude (salle de classe) à l'école d'architecture Univ. Sultan Mehmet Fatih, Istanbul. (Source : Belakehal.A, 2018)	12
Figure I.05 : Les leviers conceptuels selon Thibaud (Source : Atlas de la philosophie, 2008.)	17
Figure I.06 : Démarche de la conception par l'intention appliquée à l'éclairage (Source : Hégron G., 2006.)	23
Figure I.07: Méthode proposée : Les descriptions du volume et de l'intention d'ambiance lumineuse sont faites simultanément (Source : Hégron G., 2006.)	25
<b><i>Chapitre 02 : Les Ambiances Architecturales Dans L'espace Muséal</i></b>	
Figure II.01 : La réussite de l'entreprise de muséographie au Louvre (Source : www.guillaumeleblanc.fr .2018)	28
Figure II. 02 : Eclairage latéral simple (Source : Cuttle C., 2007.)	31
Figure II. 03 : L'ouverture latérale haute (lucarne) contrôlée (Source : Cuttle C., 2007.)	31
Figure II. 04 : Les puits de lumière centraux (Source : Cuttle C., 2007.)	32
Figure II. 05: Musée Pinakotek U. K (Source: Cuttle C., 2007).	32
Figure II. 06 : Les plafonds diffuseurs de la lumière du jour (Source : Cuttle C. 2007)	32
Figure II. 07 : Les plafonds diffuseurs restreints de la lumière du jour (Source : Cuttle C., 2007.)	33
Figure II. 08 : Les murs de lumière (Source : Cuttle C., 2007)	33
Figure II. 09 : La lucarne à orientation polaire (Nord) (Source : Cuttle C., 2007)	34
Figure II. 10 : La lucarne à orientation polaire (Source : Cuttle C., 2007)	34
Figure II. 11 : Les principes de l'éclairage muséographique selon Ezrati (Source : La lettre de l'OCIM n°95, 2004, <a href="https://ezrati-eclairage.weebly.com/eclairage-museacuteographique.html">https://ezrati-eclairage.weebly.com/eclairage-museacuteographique.html</a> )	35
Figure I. 12 : Cité des sciences et de l'industrie. France (Source : cahier d'ethnomusicologie, 2013)	35
Figure I. 13 : Les outils de narration (Source : www.leberry.fr, 2017.)	37
Figure I. 14 : De l'antiquité à nos jours musée des parfums paris (Source : Thomas Raffoux 2017.)	38
Figure I. 15 : L'introduction du tactile pour les malvoyants (Source : musee-lugdunum 2017.)	39
Figure I. 16 : Indicateurs de la conformation architecturale (Source : Belakehal, 2010.)	42

### *Chapitre 03 : Topologie, Espace, Ambiances*

Figure III. 01 : le problème des 07 ponts (Source : Larousse, 2008.)	44
Figure III. 02 : représentation schématique d'un homéomorphisme (Source : Laudenbach F, 2016.)	46
Figure III. 03 : Proposition WTC par M.Novak (Source : <a href="http://www.vg-architecture.be">http://www.vg-architecture.be</a> , 2010)	50
Figure III. 04 : Evolution de la forme géométrique d'un triangle selon la topologie (géométrie fractale) (Source : Filip Dominec, 2006.)	51
Figure III. 05 : évolution topologique d'une forme (Source : Greg Lynn, Embryological House, 1997-2001)	51
Figure III. 06 : évolution topologique d'une ligne évolution de la forme (Source : Serres et Michel, 1993.)	52
Figure III.07 : PHYLOX séries (Source : <a href="http://www.archicool.com/dossiers/hypersurf.html">www.archicool.com/dossiers/hypersurf.html</a> , 2010.)	53
Figure III. 08 : étape d'élaboration topologique d'une tour (Source : <a href="http://www.archicool.com/dossiers/hypersurf.html">www.archicool.com/dossiers/hypersurf.html</a> , 2010.)	53
Figure III. 09 : Schéma expliquant l'intervention d'un évènement dans la conception (Source Auteur, 2009.)	54
Figure III. 10 : niveau de compréhension topologique de la réalité suivant des calques (Source : Perrella, 2001.)	55
Figure III. 11 : photo du traitement V4D (Source : Alien.W, 2001.)	56
Figure III.12 : synthèse de la définition de la topologie (Source : Auteur, 2009.)	56
Figure III.13 : les parcours commentés (Source : Sahraoui 2006.)	60
Figure III.14 : Représentation d'une séquence avec les fragments sonore que peut comporter. (Source : Sahraoui.N 2006.)	60
Figure III.15 : les topologies sonores de la fontaine (Source : Boubezari .M.)	62
Figure III.16: topologies sonores et composition du paysage sonore d'un parcours potentiel (Source : Boubezari .M.)	63
Figure III.17: topologies sonores des enfants, musiciens, canards et joueur de cartes au Jardin (Source : Boubezari.M.)	63
Figure III.18: topologies thermiques de la conductivité dans une barre. (Source : Mc Graw-Hill, 1972.)	64
Figure III.19: topologies thermiques par prise de photo thermo moteur. (Source : )	
Figure III.20: Zones de référence du parcours. (Source : Nathalie Bouchard, 2013.)	67
Figure III.21: Section du parcours du participant 07-ET montrant les commentaires énoncés dans la zone A1. Les mots apparaissant en rouge sont ceux que nous avons extraits et compilés. (Source : Nathalie Bouchard, 2013.)	68
Figure III.21: Lieux les plus susceptibles de faire surgir des paysages temporels pour la zone A-1(Source : Nathalie Bouchard, 2013)	69
Figure III.22: Le parcours olfactif commenté d'un centre commercial. (Source :	70

BALEZ. S (2001).

### ***Chapitre 04 : Le Musée : Histoire Et Typologies***

Figure IV. 01 : classification des musées selon le contenu exposé (Source : auteur d'après B. Juan, 2019)	81
Figure IV .02 : classification des musées selon le mode de gestion (Source : auteur d'après B. Juan, 2019).	82
Figure IV.03 : le Kunsthall de Rotterdam (Source : Peressut L. B., 1999)	83
Figure IV.04 : classification des musées selon leurs évolutions historique (Source : auteur d'après B. Juan, 2019)	85
Figure IV. 05: Alte pinakothéke de klenze (Source : Peressut L. B., 1999)	90
Figure IV. 06: Altes Museum de Karl Friedrich Schinkel (Source: Peressut L. B., 1999)	91
Figure IV. 07 : projet pour le kaiser de Vienne conçu par Wagner (Source : Peressut L. B., 1999)	93
Figure IV. 08: Façade et plan de musée proposé par Tony Garnier (cité industrielle) (Source : Peressut L. B., 1999)	94
Figure IV. 09 : projet du musée mondial du mandaneum, la Grèce conçu par Le Corbusier (Source : Peressut L. B., 1999)	94
Figure IV. 10 : Museum of modern art, new York, 1939 ; (Source : Peressut L. B., 1999)	95
Figure IV. 11 : coupe du projet du Guggenheim Museum (Source : Peressut L. B., 1999)	96
Figure IV. 12 : vue du plafond du yal center for british art (Source : Peressut L. B., 1999)	96
Figure IV. 13 : la Kunsthau Bregenz (Source : Peressut L. B., 1999)	99
Figure IV. 14 : le Guggenheim de Bilbao. (Source : Peressut L. B., 1999)	100
Figure IV. 15 : THE NATIONAL ART CENTER » Minato-ku (Source : <a href="http://www.nact.jp/english/">http://www.nact.jp/english/</a> ,2019)	104
Figure IV. 16 : la new staatsgalerie de James Stirling (Source : Peressut L. B., 1999)	112

### ***Chapitre 05 : Les musées contemporains comme corpus d'étude***

Figure V. 01 : Critères de sélection du corpus d'étude (Auteur, 2010)	116
Figure V. 02 : Musée Départemental Préhistoire (Auteur, 2015)	124
Figure V. 03 : Musée départemental préhistoire, espace intérieur. (Source : Semounet R., 1994)	124
Figure V. 03 : Musée des beaux-arts de Grenoble (Auteur, 2015)	126
Figure V.05 : Musée des beaux arts de Grenoble, vue de l'espace intérieur. (Source : Luc Boegly, photographe, 2018. <a href="https://architopik.lemoniteur.fr/index.php/realisation-architecture/musee_des_beaux_arts/6244">https://architopik.lemoniteur.fr/index.php/realisation-architecture/musee_des_beaux_arts/6244</a> <a href="http://groupe-6.com/projet/musee-des-beaux-arts/">http://groupe-6.com/projet/musee-des-beaux-arts/</a> )	126

Figure V. 04 : Musée national de Tayac (Auteur, 2015)	127
Figure V.07 : Musée national de Tayac , vues de l'espace intérieur. (Source : auteur, 2015)	127
Figure V. 05 : Musée du quai de Branly Nouvel (Auteur, 2015)	128
Figure V. 08 : Musée du quai de Branly (Source : <a href="http://www.jeannouvel.com">http://www.jeannouvel.com</a> , 2018)	128
Figure V. 06 : Musée de l'histoire naturelle (Auteur, 2015)	130
Figure V. 10 : LE MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE brochure ce et assimilés, 2013. (Source : © M.N.H.N. / Catherine Ficaja,2013)	130
Figure V. 07 : Concours MQB Rudy Ricciotti (Auteur, 2015)	131
Figure V.12 : Concours MQB Rudy Ricciotti (Source : architecture d'aujourd'hui n°326, 2000)	131
Figure V. 08 : Musée SAMMLUNG GOETZ Munich (Auteur, 2015)	132
Figure V. 14 : Musée SAMMLUNG GOETZ Munich, vues d'intérieur. ((Source : Peressut L. B., 1999.)	132
Figure V. 09: Humbuguer Bahnhof museum, fur Gegenwart, Berlin (Auteur, 2015)	134
Figure V.16: Humbuguer Bahnhof museum, fur Gegenwart, vues d'intérieur. (Source : Peressut L. B., 1999)	134
Figure V. 10 : Vitra Design Museum (Auteur, 2015)	136
Figure V.18 : Vitra Design Museum, vues d'intérieur. (Source : REVUE technique et architecture n387 Janvier, 1990.)	136
Figure V. 11 : Musée juif de Berlin (Auteur, 2015)	137
Figure V. 20 : Musée juif de Berlin, vues d'intérieur. (Source : Peressut L. B., 1999)	137
Figure IV. 12 : Musée Guggenheim Bilbao (Auteur, 2015)	125
Figure V. 22 : Musée Guggenheim Bilbao, vues d'intérieur. (Source : Peressut L. B., 1999)	
Figure V. 13 : Centro Gallego de Arte contemporaneo (Auteur, 2015)	140
Figure V. 24 : Centro Gallego d'Arte contemporaneo (Source : Peressut L. B., 1999)	
Figure V. 14 : Musée hydraulique Espagne (Auteur, 2015)	141
Figure V.26 : Musée hydraulique Espagne, vues d'intérieur. (Source : Revue technique et architecture n°387 janvier 1990)	141
Figure V. 15 : Musée de l'Archéologie maritime (Auteur, 2015)	142
Figure V. 28 : Musée de l'Archéologie maritime (Source : Baeza A.C ,2001)	142
Figure V. 16 : Musée Jean Tinguely (Auteur, 2015)	144
Figure V. 30 : Musée Jean Tinguely, vues d'intérieur (Source : Peressut L. B., 1999)	144
Figure V. 17 : Musée d'ethnographie suisse (Auteur, 2015)	145
Figure V.32 : Musée d'ethnographie suisse (Source : MPH-musee d'ethnographie, 2015)	145
Figure V. 18 : Musée Beyeler Riehen (Peressut L. B., 1999)	147
Figure V. 34 : Musée Beyeler Riehen, vues d'intérieur (Source : Peressut L. B., 1999)	147
Figure V. 29 : Musée historique de Salzbourg (Auteur, 2015)	148
Figure V.36 : Musée historique de Salzbourg (Source : revue technique et architecture, 1990)	148
Figure V. 20 : KUNSTHAUS BREGENZ, Autriche (Auteur, 2015)	150
Figure V. 38 : KUNSTHAUS BREGENZ, vues d'intérieur (Source : Peressut L. B.,	150

1999)	
Figure V. 21: American air museum Duxford GB (Auteur, 2015)	152
Figure V. 40: American air museum Duxford GB (Source : Peressut L. B., 1999)	152
Figure V. 22 : Museum DE MAXXI (Auteur, 2015)	153
Figure V. 42 : Museum DE MAXXI (Source : <a href="http://www.zaha-hadid.com/">http : //www.zaha-hadid.com/</a> , 2010)	153
Figure V. 23 : Ara Pacis museum (Auteur, 2015)	154
Figure V. 44 : Ara Pacis Museum (Source: Belakehal.A, 2017)	155
Figure V.24 : Bonnefanten museum, Maastricht, Pays-Bas (Auteur, 2015)	156
Figure V.46 : Bonnefanten museum, Maastricht, Pays-Bas (Source : Peressut L. B., 1999)	156
Figure V.25 : KUNSTHAL ; Rotterdam Pays Bas (Auteur, 2015)	158
Figure V. 48 : KUNSTHAL ; Rotterdam Pays Bas (Source : Peressut L. B., 1999)	158
Figure V. 26 : Musée Hergé (Auteur, 2015)	159
Figure V. 50 : Musée Hergé (Source : Hergué, 2009)	160
Figure V.27 : Musée Nykytaiteen Kiasma, Helsinki, Finlande (Auteur, 2015)	161
Figure V.52 : Musée Nykytaiteen Kiasma, Helsinki, Finlande (Source : Peressut L. B., 1999)	161
Figure V.28 : le musée d'Art moderne et d'Architecture stockholm, Suède (Auteur, 2015)	162
Figure V.54 : le musée d'Art moderne et d'Architecture Stockholm, Suède (Source : Peressut L. B., 1999)	162
Figure V. 29: North Jutland Art museum Alborg (Auteur, 2015)	162
Figure V. 56: North Jutland Art museum Alborg (Source: <a href="https://kunsten.dk/en">https://kunsten.dk/en</a> , 2018)	163
Figure V. 30 : Musée de l'Acropole Athènes (Auteur, 2015)	164
Figure V. 58 : Musée de l'Acropole Athènes (Source : Christian Richters Bernard Tschumi Architects, 2018.)	165
Figure V. 31 : Aukrustsentret Alvdal, Norvège (Auteur, 2015)	166
Figure V.60 : Aukrustsentret Alvdal, Norvège (Source : Peressut L. B., 1999)	166

### ***Chapitre 06 : Le parcours muséal et la séquence ambiante***

Figure VI. 01 : Définition de l'analyse séquentielle suivant le parcours cas des musées (Source : Auteur, 2010).	172
Figure VI. 02 : organigramme du principe méthodologique. (Source : Auteur, 2015.)	173
Figure VI. 03 : Définition de l'analyse séquentielle en fonction de l'ambiance lumineuse. (Source : Auteur, 2010.)	174
Figure VI. 04 : récapitulatif de toutes les étapes pour l'ambiance lumineuse (Source : Auteur, 2010.)	175
Figure VI. 05-06 : Représentation schématique d'une baie Source : Auteur, 2010	175
Figure VI. 07 : Représentation schématique d'une baie Source : Auteur, 2010.	176
Figure VI. 08 : Définition de l'analyse séquentielle en fonction de l'ambiance sonore. Source : Auteur, 2010.	177
Figure VI. 09 : Repérage de source sonore. Source : Auteur, 2010.	177
Figure VI. 10 : Traitement ECOTECT par largeur d'onde Source : Auteur, 2014.	179
Figure VI. 11 : Traitement ECOTECT par surface d'incidence. Source : Auteur, 2014.	179
Figure VI. 12 : exemple d'application Source : Auteur, 2014.	180

Figure VI. 13 : Graphe représentatif de fréquences graves et aiguës. Source : Mémento technique du bâtiment, confort acoustique.	181
Figure VI. 14 : Schéma illustratif de diffraction, réflexion, réfraction et absorption. Source : <a href="http://physicsweekly.weebly.com">http://physicsweekly.weebly.com</a> .	183
Figure VI. 15 : Les voies de transmission du son. Source : Mémento technique du bâtiment, confort acoustique.	182
Figure VI. 16 : comportement de l'onde sonore dans un locale Source :	186
Figure VI. 17 : Définition de l'analyse séquentielle en fonction de l'ambiance thermique. Source : Auteur, 2016.	186
Figure VI. 18 : le positionnement de la grille d'analyse. Source : Auteur, 2016.	187
Figure VI. 19 : exemple d'application de l'analyse séquentielle. Source : Auteur, 2016.	188
Figure VI. 20 : Représentation schématiques des topologies combinées à deux sources dans le parcours Source : Auteur, 2016.	177
Figure VI. 21 : Représentation schématiques des topologies combinées à trois sources dans le parcours Source : Auteur, 2016.	177
Figure VI. 22 : Musée départemental de la préhistoire Source : Semounet R., 1994.	178
Figure VI. 23 : Musée départemental de la préhistoire Source : Auteur, 2011.	179
Figure VI. 24 : La perspective totale et éclatée du modèle réduit 3D Source : Auteur, 2015.	180
Figure VI. 25 : les étapes de l'analyse séquentielle Source : Auteur, 2014.	180
Figure VI. 24 : Résumé des résultats obtenues pour l'analyse des séquences sonores Source : Auteur, 2014.	182
Figure VI. 25 : modélisation pour l'analyse thermique et repérage du parcours Source : Auteur, 2016.	182
Figure VI. 26 : l'analyse séquentielle du musée départemental de la préhistoire Source : Auteur, 2016.	184
Figure VI. 20 : Représentation de nombre de séquence en fonction des températures et des périodes de saison Source : Auteur, 2016.	190
Figure VI. 21 : Représentation schématiques des topologies combinées à trois sources dans le parcours (Source : Auteur, 2016)	191
Figure VI. 22 : Musée départemental de la préhistoire (Source : Semounet R., 1994)	192
Figure VI. 23 : Musée départemental de la préhistoire (Source : Auteur, 2011)	192
Figure VI. 24 : La perspective totale et éclatée du modèle réduit 3D (Source : Auteur, 2015)	194
Figure VI. 25 : les étapes de l'analyse séquentielle (Source : Auteur, 2014)	195
Figure VI. 26 : Résumé des résultats obtenues pour l'analyse des séquences sonores (Source : Auteur, 2014)	196
Figure VI. 27 : modélisation pour l'analyse thermique et repérage du parcours (Source : Auteur, 2016)	198
Figure VI. 28: l'analyse séquentielle du musée départemental de la préhistoire (Source : Auteur, 2016)	199
Figure VI. 29 : Représentation de nombre de séquence en fonction des température et des périodes de saison (Source : Auteur, 2016)	200

## *Chapitre 07 : les discontinuités des séquences lumineuses muséales*

Figures VII. 01 : SAMMLUNG GOETZ Munich Source : Auteur, 2016	204
Figure VII. 02 : Musée hydraulique D'Espagne Source : Auteur, 2016	205
Figure VII. 03.04 : La discontinuité de la forme de la baie, les Musées Juif de Berlin et Guggenheim Source : Auteur, 2016	205
Figure VII. 05 : La discontinuité de la proportion de la baie, le Musée de l'Acropole. Source : Auteur, 2016	206
Figure VII. 05 : Les discontinuités de la taille de la baie dans le SAMMLUNG GOETZ Munich Source : Auteur, 2016	207
Figure VII. 06 : Les discontinuités de la position de la baie dans le Humbuguer Bahnhof museum Source : Auteur, 2016	207
Figure VII. 07 : Les discontinuités de l'inclinaison de la paroi dans le Guggenheim Museum Source : Auteur, 2016	207
Figure VII. 08 : les discontinuités de type d'éclairage /taille. Source : Auteur, 2011.	
Figure VII. 09 : les correspondances des discontinuités d'orientation /taille /complément de vitrage Source : Auteur, 2011.	209
Figure VII. 10 : Correspondance entre discontinuités et typologie de parcours Source : Saraoui, 2018.	210
Figure VII. 11 : Les correspondances entre mots utilisées par les architectes Source : Auteur, 2011.	212
Figure VII. 12 13 : La vérification des topologies par l'éclairage surfacique. Source : Auteur, 2017.	216
Figure VII. 14 : La vérification des topologies par l'éclairage surfacique. Source : Auteur, 2017.	217
Figure VII. 15 : La vérification des topologies par l'éclairage surfacique. Source : Auteur, 2017.	217
Figure VII. 16 : Les correspondances entre mots utilisées par les architectes Source : Auteur, 2017.	217
Figure VII. 17 : La vérification des topologies par l'éclairage surfacique. Source : Auteur, 2017.	218
Figure VII. 18 : La vérification des topologies par l'éclairage surfacique. Source : Auteur, 2017.	218
Figure VII. 19 : La vérification des topologies par l'éclairage surfacique. Source : Auteur, 2017.	218
Figure VII. 20 : La vérification des topologies par l'éclairage surfacique. Source : Auteur, 2017.	219
Figure VII. 21 : La vérification des topologies par l'éclairage surfacique. Source : Auteur, 2017.	219
Figure VII. 22 : La vérification des topologies par l'éclairage surfacique. Source : Auteur, 2017.	219
Figure VII. 23 : La vérification des topologies par l'éclairage surfacique. Source : Auteur, 2017.	220
Figure VII. 24 : La vérification des topologies par l'éclairage surfacique. Source : Auteur, 2017.	220
Figure VII. 25 : La vérification des topologies par l'éclairage surfacique. Source : Auteur, 2017.	221

Figure VII. 26 : La vérification des topologies par l'éclairage surfacique. Source : Auteur, 2017. 222

### *Chapitre 08 : les discontinuités des séquences sonores muséales*

Figure VIII. 01 : Correspondance entre le son utile et l'écho Source : Auteur, 2016	226
Figure VIII. 02 : Correspondance entre le son utile et la réverbération Source : Auteur, 2016	226
Figure VIII. 03 Séquence 02 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016.	227
Figure VIII. 04 : Séquences 06 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	227
Figure VIII. 05 : Correspondance entre le son direct et l'absorption Source : Auteur, 2016.	228
Figure VIII. 06 : Correspondance entre le son direct et réverbération Source : Auteur, 2016	228
Figure VIII. 07 : Séquence 02 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016.	229
Figure VIII. 08 : Séquence 09 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016.	229
Figure VIII. 09 : Séquence 04 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016.	230
Figure VIII. 10 : Correspondance entre le son utile et la réverbération Source : Auteur, 2016.	231
Figure VIII.11 : Séquence 01 ETAGE par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016.	231
Figure VIII. 12 : Séquence 13 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016.	232
Figure VIII. 13 : Séquence 13 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016.	232
Figure VIII. 14 : Séquence 04 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016.	233
Figure VIII. 15 : Correspondance entre la direction de la source sonore et son orientation Source : Auteur, 2016.	234
Figure VIII. 16 : Correspondance entre le son direct et l'écho Source : Auteur, 2016	235
Figure VIII. 17 : Correspondance entre le son direct et la réverbération Source : Auteur, 2016.	235
Figure VIII. 18 : Séquence 12 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016.	236
Figure VII. 19 : Correspondance entre le son utile et la réverbération Source : Auteur, 2016.	237
Figure VIII. 20 : Séquence 02 étage par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	237
Figure VIII. 21 : Correspondance entre le son direct et la réverbération Source : Auteur, 2016	238
Figure VIII. 22 : Correspondance entre le son utile et la frontière sonore Source : Auteur, 2016.	239
Figure VIII. 23 : Correspondance entre la direction et l'orientation Source : Auteur, 2016	240
Figure VIII. 24 : Correspondance entre la forme et le son masqué Source : Auteur, 2016	240
Figure VIII. 25 : Séquence 06 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	241
Figure VIII. 26 : Correspondance entre la diffraction et la transmission parasite Source : Auteur, 2016	242
Figure VIII. 27 : Correspondance entre la réverbération et la géométrie de l'espace. Source : Auteur, 2016	242
Figure VIII. 28 : Séquence 16 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	244
Figure VIII. 29 : Séquence 02 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	244
Figure VIII. 30 : Correspondance entre le son direct et la réverbération Source : Auteur, 2016	245
Figure VIII.31: Séquence 06 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	245

Figure VIII. 32 Séquence 02 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	246
Figure VIII. 33 : Séquence 04 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	247
Figure VIII.34: Séquence 08 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	247
Figure VIII. 35 : Séquence 11 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	247
Figure VIII. 36 : Séquence 02 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	248
Figure VIII. 37 : Séquence 08 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	248
Figure VIII. 38 : Séquence 02 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	249
Figure VIII. 39 : Séquence 02 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 201	250
Figure VIII. 40 : Séquence 05 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	251
Figure VIII. 41 : Correspondance entre la réfraction et la transmission parasite Source : Auteur, 2016.	252
Figure VIII. 42 : Séquence 02 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016.	253
Figure VIII. 43 : Les Correspondance entre la réfraction et la transmission parasite Source : Auteur, 2016	253
Figure VIII. 44 : Correspondance entre la réverbération et la frontière sonore Source : Auteur, 2016	254
Figure VIII. 45 : Séquence 02 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	254
Figure VIII. 46 : Séquence 14 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	254
Figure VIII. 47 : Séquence 01 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	255
Figure VIII. 48 : Correspondance entre le son direct et l'orientation Source : Auteur, 2016	257
Figure VIII. 49 : Correspondance entre le son direct et la frontière sonore Source : Auteur, 2016	257
Figure VIII. 50 : Séquence 03 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	258
Figure VIII. 51 : Séquence 07 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	258
Figure VIII. 52 : Correspondance entre la direction et l'orientation Source : Auteur, 2016	258
Figure VIII. 53 : Séquence 05 RDC par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	260
Figure VIII. 54 : Séquence 05 RDC par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	260
Figure VIII. 55 : Séquence 05 RDC par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	260
Figure VIII. 56 : Séquence 05 RDC par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	262
Figure VIII.57 : Séquence 14 RDC par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	262
Figure VIII. 58 : Séquence 24 ETAGE 01 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	262
Figure VIII. 59 : Séquence 01 RDC par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	262
Figure VIII. 60 : Séquence 02 RDC par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	264
Figure VIII. 61 : Séquence 11 ETAGE 01 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	264
Figure VIII. 62 : Correspondance entre la direction et l'orientation Source : Auteur, 2016	265
Figure VIII.65 : Correspondance entre la réverbération et la géométrie Source : Auteur, 2016	265
Figure VIII. 67 : Correspondance entre la réverbération et la transmission parasite Source : Auteur, 2016	265
Figure VIII. 68 : Séquence 04 ETAGE 01 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	267
Figure VIII. 69 : Séquence 10 ETAGE 02 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	267
Figure VIII. 70 : Correspondance entre la direction et l'orientation Source : Auteur, 2016	268
Figure VIII. 71 : Correspondance entre la réverbération et la frontière sonore Source : Auteur, 2016	268
Figure VIII. 72 : Séquence 01 RDC par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	269
Figure VIII. 73 : Séquence 02 RDC par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	269
Figure VIII. 74 : Séquence 10 Etage par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	270

Figure VIII. 75 : Correspondance entre la réfraction et la transmission parasite Source : Auteur, 2016	270
Figure VIII. 76 : Correspondance entre le son direct et l'écho Source : Auteur, 2016	270
Figure VIII. 77 : Séquence 10 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	273
Figure VIII. 78 : Séquence 16 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	273
Figure VIII.79: Séquence 01 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	273
Figure VIII. 80 : Séquence 02 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	273
Figure VIII. 81 : Séquence 06 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	273
Figure VIII.82: Séquence 04 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	273
Figure VIII. 83 : Correspondance entre la réverbération et l'écho Source : Auteur, 2016	273
Figure VIII. 84 : Correspondance entre le son direct et la frontière sonore Source : Auteur, 2016	273
Figure VIII. 85 : Correspondance entre la direction et l'orientation Source : Auteur, 2016	274
Figure VIII. 86 : Correspondance entre le son utile et la réverbération Source : Auteur, 2016	274
Figure VIII. 87 : Séquence 05 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016	275
Figure VIII. 88 : Des discontinuités sonores d'orientation Musée Hergé Source : Auteur, 2016	276
Figure VIII. 89 : les discontinuités de direction Source : Auteur, 2016	276
Figure VIII. 90.91: Discontinuités sonores de la réverbération cas du North Jutland Art Museum Alborg Source : Auteur, 2016	247
Figure VIII. 92 : Les discontinuités du son utile, Musée Nykyaiteen Kiasma, Helsinki et Musée juif de Berlin Source : Auteur, 2016	277
Figure VIII. 93 : les discontinuités de réfraction externe et interne Source : Auteur, 2016	277
Figure VIII. 94 : Les discontinuités du son direct Source : Auteur, 2016	278
Figure VIII. 95 : Les discontinuités de la frontière sonore Source : Auteur, 2016	278
Figure VIII. 96 : la correspondance des discontinuités sonores Source : Auteur, 2016	249
Figure VIII. 97 : la correspondance des discontinuités sonores Source : Auteur, 2016	249

### ***Chapitre 09 : les discontinuités des séquences thermiques muséales***

Figure XI. 01 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, la période, la température). Source : Auteur, 2016.	253
Figure XI. 02 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température). Source : Auteur, 2016.	254
Figure XI. 03 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température). Source : Auteur, 2015.	255
Figure XI. 03.04 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température). Source : Auteur, 2015.	257
Figure XI. 05.06 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température). Source : Auteur, 2016.	260
Figure XI. 07 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température). Source : Auteur, 2016.	262
Figure XI. 08 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température). Source : Auteur, 2016.	263
Figure XI. 09 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température). Source : Auteur, 2016.	265

Figure XI. 10 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température). Source : Auteur, 2016.	266
Figure XI. 11.12: Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température). Source : Auteur, 2016.	268
Figure XI. 13.14 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température). Source : Auteur, 2016.	270
Figure XI. 15 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température). Source : Auteur, 2016.	271
Figure XI. 16 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température). Source : Auteur, 2016.	272
Figure XI. 17 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température). Source : Auteur, 2016.	273
Figure XI. 18 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température). Source : Auteur, 2016.	274
Figure XI. 19 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température). Source : Auteur, 2016.	275
Figure XI. 20 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température). Source : Auteur, 2016.	276
Figure XI. 21 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température). Source : Auteur, 2016.	277
Figure XI. 22 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température). Source : Auteur, 2016.	278
Figure XI. 23.24 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température). Source : Auteur, 2016.	
Figure XI. 25 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température). Source : Auteur, 2016.	281
Figure XI. 26 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température). Source : Auteur, 2016.	282
Figure XI. 27.28 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température). Source : Auteur, 2016.	284
Figure XI. 29.30 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température). Source : Auteur, 2016.	285
Figure XI. 31.32.33 : Graphes de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température). Source : Auteur, 2016.	288
Figure XI. 34 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température). Source : Auteur, 2016.	290
Figure XI. 35.36 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température). Source : Auteur, 2016.	291
Figure XI 37.38: Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température). Source : Auteur, 2016.	292
Figure XI I. 39 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température). Source : Auteur, 2016.	294
Figure XI. 40 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température). Source : Auteur, 2016.	295
Figure XI. 41 : les correspondances entre les discontinuités thermiques Source : Auteur, 2016.	297
Figure XI. 41 : les correspondances entre les discontinuités thermiques et les orientations Source : Auteur, 2016.	298
Figure XI. 42 : les correspondances entre les discontinuités thermiques et les parcours	299

Source : Auteur, 2016.

### ***Chapitre 10 : Caractérisation quantitative des environnements physiques***

Figure X. 01 : Musée de l'histoire naturelle (Source : Auteur, 2011)	302
Figure X. 02 : Musée Hergé (Source : Auteur, 2011.)	302
Figure X. 03 : Musée Hergé Source : Auteur, 2011.	303
Figure X. 04 : Centro Gallego d'Arte contemporaneo Source : Auteur, 2011.	304
Figure X. 05 : KUNSTHAUS BREGENZ, Autriche Source : Auteur, 2011.	304
Figure X. 06 : Musée des Beaux-Arts de Grenoble Source : Auteur, 2011.	305
Figure X. 07 : Musée Jean Tinguely Source : Auteur, 2011.	306
Figure X. 08 : Musée de l'Archéologie maritime CARTAGENA Source : Auteur, 2011.	306
Figure X. 09 : Musée de l'Acropole Athènes Source : Auteur, 2011.	307
Figure X. 10 : Musée départemental préhistoire Source : Auteur, 2011.	307
Figure X. 11 : Musée hydraulique Espagne Source : Auteur, 2011.	307
Figure X.12 : Courbe de temps de la réverbération pour le musée moderne d'art et d'architecture Source : auteur, 2018	309
Figure X.13 : Courbe de temps de la réverbération pour le musée Guggenheim Bilbao Source : auteur, 2018	309
Figure X.14 : valeurs des réflexions pondérées d'une source sonore durant le temps Source : auteur, 2018	310
Figure X.15 : Courbe de temps de la réverbération pour le musée Graphe centre Gallego de Arte Source : auteur, 2018	310
Figure X.16 : Courbe de temps de la réverbération pour le Musée départemental de la préhistoire Source : auteur, 2018	311
Figure X.17 : Courbe de temps de la réverbération pour le musée d'Hergé Source : auteur, 2018	312
Figure X.18 : Courbe de temps de la réverbération pour le musée de Jean Tinsley Source Auteur, 2018	312
Figure X.19 : valeurs des réflexion pondérées d'une source sonore durant le temps Source : auteur, 2018	313
Figure X.20 : Courbe de temps de la réverbération pour le musée d'Alvdal Source : auteur, 2018	313
Figure X.21 : Courbe de temps de la réverbération pour le musée du quai de Branly Ricciotti Source : auteur, 2018	314
Figure X.22 : Courbe de temps de la réverbération pour le musée du quai de Branly Ricciotti Source : auteur, 2018	314
Figure X.23: Le diagramme psychrométrique du musée de Tayac Source : auteur, 2018	319
Figure X.24 : la courbe de distribution de la température pour la journée la plus chaude Source : auteur, 2018	320
Figure X.25 : la courbe de distribution de la température pour la journée la plus froide Source : auteur, 2018	320
Figure X.26 : la courbe de distribution de la température pour la journée la mi saison. Source : auteur, 2018	320
Figure X.27 : Le diagramme psychrométrique du musée de Tayac Source : auteur, 2018	321
Figure X.28 : la courbe de distribution de la température pour la journée la plus chaude. Source : auteur, 2018	322
Figure X.29 : la courbe de distribution de la température pour la journée la plus froide. Source : auteur, 2018	322

Figure X.30 : la courbe de distribution de la température pour la journée de la mi saison. Source : auteur, 2018	323
Figure X.31 : Le diagramme psychrométrique du musée de Jean Tingley Source : auteur, 2018	324
Figure X.32 : la courbe de distribution de la température pour la journée la plus chaude. Source : auteur, 2018	324
Figure X.33 : la courbe de distribution de la température pour la journée de la mi saison. Source : auteur, 2018	325
Figure X.34 : la courbe de distribution de la température pour la journée de la mi saison. Source : auteur, 2018	325
Figure X.35 : Le diagramme psychrométrique du Centre Gallego de Arte contemporeno Source : auteur, 2018	326
Figure X.36 : la courbe de distribution de la température pour la journée la plus chaude. Source : auteur, 2018	327
Figure X.37 : la courbe de distribution de la température pour la journée la plus froide Source : auteur, 2018	327
Figure X.38 : la courbe de distribution de la température pour la journée de la mi saison. Source : auteur, 2018	328
Figure X.39 : graphe du degré en nombres d'heures pendant une année. Source : auteur,2018	328
<b><i>Chapitre 11 : Vers une cartographie séquentielle, ambiante, muséale</i></b>	
Figure XI.01 : Présentation d'une carte locale de la topologie lumineuse Source : auteur, 2018	332
Figure XI.02 : Présentation d'une carte locale de la topologie sonore Source : auteur, 2018	333
Figure XI.03: Présentation d'une carte locale de la topologie thermique Source : auteur, 2018	335
Figure XI.04 : la correspondance entre topologie sonore et lumineuse Source : auteur, 2018	338
Figure XI.05 : la correspondance entre topologie sonore et lumineuse Source : auteur, 2018	338
Figure XI.06 : la correspondance entre topologie sonore et lumineuse Source : auteur, 201	339
Figure XI.07 : la correspondance entre topologie sonore et lumineuse Source : auteur, 201	339
Figure XI.08. : la correspondance entre topologie sonore et lumineuse Source : auteur, 2018	
Figure XI.09 : la correspondance entre topologie sonore et lumineuse Source : auteur, 2018	339
Figure XI.10 : la correspondance entre topologie sonore et lumineuse Source : auteur, 2018	340
Figure XI.11 : la correspondance entre topologie sonore et lumineuse Source : auteur, 2018	340
Figure XI.12 : la correspondance entre topologie sonore et lumineuse Source : auteur, 2018	340
Figure XI.13 : la correspondance entre topologie sonore et lumineuse Source : auteur, 2018	340

Figure XI.14: la correspondance entre topologie sonore et lumineuse Source : auteur, 2018	340
Figure XI. 15 : la correspondance entre topologie sonore et lumineuse Source : auteur, 2018	340
Figure XI.16 : la correspondance entre topologie sonore et lumineuse Source : auteur, 2018	341
Figure XI.17: la correspondance entre topologie sonore et lumineuse Source : auteur, 2018	341
Figure XI. 18 : la correspondance entre topologie sonore et lumineuse Source : auteur, 2018	341
Figure XI.19 : la correspondance entre topologie sonore et lumineuse Source : auteur, 2018	342
Figure XI.20: la correspondance entre topologie sonore et lumineuse Source : auteur, 2018	342
Figure XI 21 : la correspondance entre topologie sonore et lumineuse Source : auteur, 2018	342
Figure XI. 22 : la correspondance entre topologie sonore et lumineuse Source : auteur, 2018	342
Figure XI. 23 : la correspondance entre topologie sonore et lumineuse Source : auteur, 2018	342
Figure XI.24 : la correspondance entre topologie lumineuse et thermique Source : auteur, 2018	
Figure XI.25 : la correspondance entre topologie thermique et lumineuse Source : auteur, 2018	344
Figure XI.26 : la correspondance entre topologie thermique et lumineuse Source : auteur, 2018	
Figure XI.27 : la correspondance entre topologie thermique et lumineuse Source : auteur, 2018	345
Figure XI.28 : la correspondance entre topologie thermique et lumineuse Source : auteur, 2018	345
Figure XI.29 : la correspondance entre topologie thermique et lumineuse Source : auteur, 2018	345
Figure XI.30 : la correspondance entre topologie sonore et thermique Source : auteur, 2018	347
Figure XI.31: la correspondance entre topologie sonore et lumineuse Source : auteur, 2018	347
Figure XI.32: la correspondance entre topologie sonore et lumineuse Source : auteur, 2018	347
Figure XI. 33 : la correspondance entre topologie sonore et lumineuse Source : auteur, 2018	348
Figure XI.34: la correspondance entre topologie sonore et lumineuse Source : auteur, 2018	348
Figure XI. 35 : la correspondance entre topologie sonore et lumineuse Source : auteur, 2018	348
Figure XI.36 : la correspondance entre topologie sonore et lumineuse Source : auteur, 2018	349
Figure XI.37 : la correspondance entre topologie sonore et lumineuse Source : auteur, 2018	349

Figure XI.38: la correspondance entre topologie sonore et lumineuse Source : auteur, 2018	350
Figure XI. 39 : la correspondance entre topologie sonore et lumineuse Source : auteur, 2018	350
Figure XI.40: la correspondance entre topologie sonore et lumineuse Source : auteur, 2018	350
Figure XI.41 : la correspondance entre topologie sonore et lumineuse Source : auteur, 2018	350
Figure XI.42 : la correspondance entre topologie sonore et lumineuse Source : auteur, 2018	
Figure XI.43 : la correspondance entre topologie sonore et thermique et lumineuse Source : auteur, 2018	352
Figure XI.44 : la correspondance entre topologie sonore et thermique et lumineuse Source : auteur, 2018	353
Figure XI.45 : la correspondance entre topologie sonore et thermique et lumineuse Source : auteur, 2018	353
Figure XI.46 : la correspondance entre topologie sonore et thermique et lumineuse Source : auteur, 2018	353
Figure XI.47: la correspondance entre topologie sonore et thermique et lumineuse Source : auteur, 2018	353
Figure XI.48 : la correspondance entre topologie sonore et thermique et lumineuse Source : auteur, 2018	354
Figure XI.49: la correspondance entre topologie sonore et thermique et lumineuse Source : auteur, 2018	354
Figure XI.50 : la correspondance entre topologie sonore et thermique et lumineuse Source : auteur, 2018	354
Figure XI.51 : la correspondance entre topologie sonore et thermique et lumineuse Source : auteur, 2018	354
Figure XI.52 : la correspondance entre topologie sonore et thermique et lumineuse Source : auteur, 2018	354
Figure XI.53 : la correspondance entre topologie sonore et thermique et lumineuse Source : auteur, 2018	355
Figure XI.54 : la correspondance entre topologie sonore et thermique et lumineuse Source : auteur, 2018	355
Figure XI.55 : la correspondance entre topologie sonore et thermique et lumineuse Source : auteur, 2018	356

## Liste des tableaux

### ***Chapitre 01 : Les ambiances un « langage » de l'espace architectural***

Tableau I. 01 : Le récapitulatif des modalités Source : Auteur, 2013	18
Tableau I. 02 : le récapitulatifs des formes d'adjectif. Source : Auteur, 2013.	19
Tableau I. 03 : le récapitulatifs des lexiques utilisés. Source : Auteur, 2013.	20
Tableau I. 04 : le récapitulatifs des bases d'adjectif. Source : Auteur, 2013.	20

### ***Chapitre 02 : les ambiances architecturales dans l'espace muséal***

Tableau II. 01 : le récapitulatifs des Dispositif de l'éclairage latéral Source : Auteur, 2013.	31
Tableau II. 02: le récapitulatifs des Dispositif de l'éclairage zénithale. Source : Auteur, 2013.	32
Tableau II. 03 : le récapitulatifs des Dispositif de l'éclairage orienté et /ou composée. Source : Auteur, 2013.	33

### ***Chapitre 03 : Topologie, Espace, Ambiances***

Tableau III. 01 : la synthèse de la définition de H. Ibrahim. Source : Auteur, 2012.	47
--	----

### ***Chapitre 04 : le musée : histoire et typologies***

Tableau IV. 01 : catégorie et sous-catégorie des musées selon l'ICOM Source : Auteur, 2017.	79
---	----

### ***Chapitre 05 : Les musées contemporains comme corpus d'étude***

Tableau V .01 : les musées choisis pour le corpus d'étude 01 (Auteur, 2010)	121
Tableau V. 02 : Présentation du corpus en fonction de l'anatomie architecturale (Source : Auteur, 2017)	121
Tableau IV .02 : les musées choisis pour le corpus d'étude 02 (Auteur, 2010)	123

### ***Chapitre 06 : Le parcours muséal et la séquence ambiante***

Tableau VI. 01 : les typologies de parcours Source : Auteur, 2012.	169
Tableau VI. 02 : les topologies sonores de l'exemple d'application Source : Auteur, 2014.	179
Tableau VI. 03 : Liste des types d'écarts et de leurs abréviations Source : Auteur, 2014.	188
Tableau VI .04 : les séquences muséales Source : auteur, 2011.	191
Tableau VI .05 : la visualisation de quelques parties du parcours Source : auteur, 2016.	193

Tableau VI .06 : les séquences muséales Source : auteur, 2015.	194
Tableau VI .07 : les séquences sonores du parcours muséal obtenues par filtre de largeur d'onde pour le cas du musée départemental préhistoire conçue par l'architecte Roland Simounet. Source : auteur, 2016.	196
Tableau VI .08 : Résultats de la simulation thermique pour les périodes les plus défavorables Source : auteur, 2016	198
Tableau VI .09 : Récapitulatif du nombre de séquences par température en fonction des saisons Source : auteur, 2016	199

### ***Chapitre 07 : les discontinuités des séquences lumineuses muséales***

Tableau VII. 01 : les fréquences de répétition des sémantiques Source : Auteur, 2011.	211
Tableau VII. 02 : Résumé des correspondances entre discontinuités lumineuses et sémantique Source : auteur, 2011	213

### ***Chapitre 08 : les discontinuités des séquences sonores muséales***

Tableau VIII. 01 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée Source : Auteur, 2016.	225
Tableau VIII. 02 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée Source : Auteur, 2016.	227
Tableau VIII. 03 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée Source : Auteur, 2016.	229
Tableau VIII. 04 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée Source : Auteur, 2016.	230
Tableau VIII. 05 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée Source : Auteur, 2016.	232
Tableau VIII. 06 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée Source : Auteur, 2016.	234
Tableau VIII. 07 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée Source : Auteur, 2016	236
Tableau VIII. 08 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée Source : Auteur, 2016.	238
Tableau VIII. 09 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée Source : Auteur, 2016.	239
Tableau VIII. 10 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée Source : Auteur, 2016.	241
Tableau VIII.11: Types et nombre de séquences sonores dans le musée Source : Auteur, 2016.	243
Tableau VIII. 12 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée Source : Auteur, 2016.	244
Tableau VIII. 13 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée Source : Auteur, 2016.	246
Tableau VIII. 14 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée Source : Auteur, 2016.	248
Tableau VIII. 15 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée Source : Auteur, 2016.	249

Tableau VIII. 16 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée Source : Auteur, 2016.	250
Tableau VIII. 17 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée Source : Auteur, 2016.	251
Tableau VIII. 18 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée Source : Auteur, 2016.	252
Tableau VIII. 19 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée	254
Tableau VIII. 20 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée Source : Auteur, 2016	255
Tableau VIII. 20 : les séquences sonores résultantes Source : Auteur, 2016.	256
Tableau VII. 21 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée Source : Auteur, 2016.	256
Tableau VIII. 22 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée Source : Auteur, 2016.	259
Tableau VIII. 24 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée Source : Auteur, 2016.	259
Tableau VIII.25 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée Source : Auteur, 2016	261
Tableau VIII. 26 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée Source : Auteur, 2016	263
Tableau VIII. 27 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée Source : Auteur, 2016.	266
Tableau VIII. 28 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée Source : Auteur, 2016.	269
Tableau VIII. 29 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée Source : Auteur, 2016.	271
Tableau VIII. 30 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée Source : Auteur, 2016.	274
Tableau VIII. 31 : Récapitulatif des discontinuités sonores Source : Auteur, 2016.	275

### ***Chapitre 09 : les discontinuités des séquences thermiques muséales***

Tableau IX. 01 : récapitulatif des températures et le nombre des séquences dans le parcours en fonction des saisons Source : Auteur, 2016	289
Tableau IX. 02 : récapitulatif des températures et le nombre des séquences dans le parcours en fonction des saisons Source : Auteur, 2016	293
Tableau IX. 03 : récapitulatif des températures et le nombre des séquences dans le parcours en fonction des saisons Source : Auteur, 2016	295
Tableau IX. 04 : récapitulatif des températures et le nombre des séquences dans le parcours en fonction des saisons Source : Auteur, 2016	296
Tableau IX. 05 : récapitulatif des pourcentages de discontinuités résultantes Source : Auteur, 2016	327
Tableau IX. 06 : Les exemples des discontinuités thermiques pour la saison d'hivers Source : Auteur, 2016.	328
Tableau IX. 07 : Les exemples des discontinuités thermiques pour la saison d'été Source : Auteur, 2016.	328
Tableau IX. 08 : Les exemples des discontinuités thermiques pour la mi saison Source :	329

Auteur, 2016.

Tableau IX. 09 : Récapitulatif des correspondances globales Source : Auteur, 2016.	331
--	-----

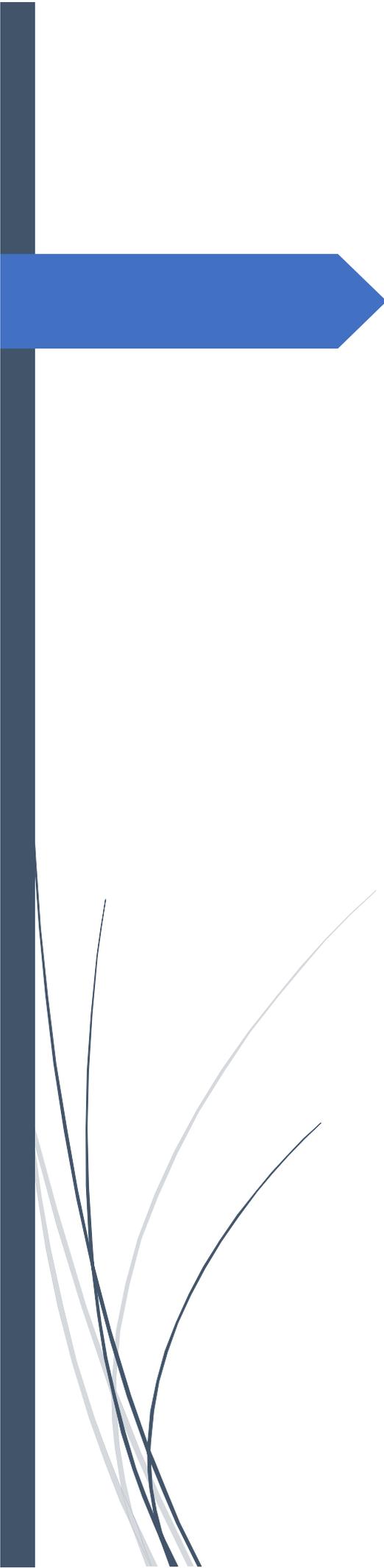
### ***Chapitre 10 : Caractérisation quantitative des environnements physiques***

Tableau X. 01 : Les normes d'éclairage dans les musées d'après J. Tétreault (2011) Source : auteur, 2017	335
Tableau X. 02 : Les musées aux normes avec œuvres à sensibilité élevée Source : auteur, 2017	336
Tableau X. 03 : Les musées aux normes avec œuvres à sensibilité moyenne. Source : auteur, 2017	338
Tableau X. 04 : Les musées aux normes avec œuvres à sensibilité faible. Source : auteur, 2017	339
Tableau X. 05 : Les musées aux valeurs d'éclairement supérieures aux normes Source : auteur, 2017	340
Tableau X. 06 : Les musées aux valeurs d'éclairement inférieures aux normes Source : auteur, 2017	342
Tableau X. 07 : le récapitulatifs des musées dont la courbe de temps de réverbération est équilibrée. Source : Auteur, 2018.	343
Tableau X. 08 : le récapitulatifs des musées dont la courbe de temps de réverbération est décroissante Source : Auteur, 2018.	346
Tableau X. 09 : quelques exemples de calcul des coefficients source : Auteur, 2018	350
Tableau X. 10 : comparaison entre le confort annuel et la température moyenne radiante Source : Auteur, 2018.	352
Tableau X. 11 : le récapitulatifs des musées avec un niveau de confort inférieur à 50%. Source : Auteur, 2018	353
Tableau X. 12 : le récapitulatifs des musées avec un niveau de confort égale à 50%. Source : Auteur, 2018	358
Tableau X. 13 : le récapitulatifs des musées avec un niveau de confort supérieur à 50%. Source : Auteur, 2018	360

### ***Chapitre 11 : Vers une cartographie séquentielle, ambiante, muséale***

Tableau XI. 01 : le récapitulatifs des discontinuités lumineuses Source : Auteur, 2018.	367
Tableau XI. 02 : le récapitulatifs des discontinuités sonores Source : Auteur, 2018.	369
Tableau XI. 03 : le récapitulatifs des discontinuités thermiques Source : Auteur, 2018.	370
Tableau XI. 04 : le récapitulatifs des probabilités de croisement Source : Auteur, 2018.	372
Tableau XI. 04 : le récapitulatifs des correspondances résultantes entre la lumière et le son Source : Auteur, 2018.	373
Tableau XI. 05 : le récapitulatifs des correspondances entre lumière et température Source : Auteur, 2018.	378
Tableau XI. 06 : le récapitulatifs des correspondances entre son et température Source : Auteur, 2018.	381
Tableau XI. 07 : le récapitulatifs des correspondances entre lumière, son et température Source : Auteur, 2018.	386

Tableau XI. 08 : le récapitulatifs des correspondances entre topologie ambiante et type de parcours 390



## INTRODUCTION GENERALE

Concevoir un espace architectural renvoie à la construction d'une spatialité au corps humain (H. Lefebvre, 1974), J. Cousin dans son livre *l'espace vivant* avance qu'une relation entre le corps humain et le milieu bâti est une matérialisation de « la spatialité », cette dernière avait été créée depuis les grands énoncés de l'antiquité, l'homme l'avait développé de manière croissante depuis les énoncés conceptuels de Vitruve et d'Alberti au langage architectural de Louis Khan. Cependant l'espace architectural ne peut être réduit à l'espace métrique, bien que la géométrie euclidienne soit depuis la nuit des temps le seul outil qui permet de déterminer les mesures.

L'architecture dans sa construction de l'espace, ne semble pas s'y réduire, d'après Phillippe Boudon (2003), L'espace architectural est très tôt perçu comme étant ni rationnel, ni illogique, mais plutôt discontinu. La présence de l'homme dans cet espace, accompagnée par diverses variations et caractéristiques, sont considérées comme les principaux facteurs qui affectent les qualités spatiales.

L'expérience du corps humain dans l'espace architectural n'est en effet que l'enchaînement des expériences vécues (M. Cizeron, 2014). À travers ces expériences, nous arrivons à mémoriser notre comportement dans l'espace architecturale, nous nous adaptons par la suite aux différents éventuels changements des composantes spatiales.

Ce qui est qualifié par les théoriciens de l'architecture d'espace architectural « vécu », ne correspond pas du tout à son usage par les sociologues sémantiquement parlant (M. Pichon, 2015). Le vécu de l'espace n'est que la simple confrontation entre l'homme et son système perceptif (M.P. Corcuf, 2007). Tandis que l'espace architectural, apparaît continu par le mouvement du corps mais discontinu par sa fragmentation.

L'évaluation de l'espace architectural « vécu » passe, entre autres, par l'observation des ambiances. Ces dernières ont une influence très forte et très importante sur les usagers de l'espace en raison de leur impact holistique qui influe essentiellement sur les aspects physiques ou psychologiques. Ces ambiances combinent et mettent en fusion les qualités climatiques, acoustiques, lumineuses, olfactives, tectoniques, esthétiques et morphologiques d'un espace donné (G. Chelkoff, 2018).

Les intentions d'ambiances sont de plus en plus énoncées dans le processus de conception architecturale en amont de la réflexion autour du projet (C. Drozd, 2011). Ceci se traduit dans la volonté du concepteur à créer des ambiances qu'il a déjà vécu et qui l'ont marqué empiriquement, ou des ambiances qu'il a déjà imaginé.

Il existe différentes façons objectives et subjectives de décrire une ambiance au sein de l'espace architectural. Actuellement, elle est surtout dominée, soit par l'analyse des phénomènes physiques trop liés aux sciences de l'ingénieur (impliquant des campagnes de mesures avec les différentes simulations requises), soit par l'étude des conduites perceptives

et comportementales de l'utilisateur. Les études associant les ambiances aux spatialités et aux morphologies d'un lieu donné, demeurent encore rarissimes.

Si l'espace métrique nous offre des définitions de l'espace de nature géométriques simples, basées essentiellement sur les formes et les mesures, Pourrions-nous définir cet espace architectural par le biais des ambiances ? Les caractéristiques non euclidiennes des ambiances et leurs variations continues dans l'espace architectural, nous laissent penser que les propriétés de l'espace géométrique Euclidien ne sont pas en mesure de supporter des relations aussi complexes. L'espace topologique s'avère être le plus approprié pour réaliser cette lecture. La topologie est définie comme étant les transformations continues dont les discontinuités restent très générales, Comme l'écrit Neil Spiller dans son livre « Digital Dreams » (2002, p. 60) : l'architecture commence à "être définie par des codes génétiques ou numériques, ou les deux à la fois".

La topologie en architecture avait souvent été utilisée pour qualifier ou créer la forme d'un produit architectural, allant des différentes classifications formelles, à l'apparition de la pensée topologique dans la recherche architecturale. Cette manière de faire visait à élaborer des solutions formelles par le biais des mathématiques, ou tout simplement utiliser la topologie pour exprimer une nouvelle manière de concevoir l'espace en architecture.

Tenant compte de tout ce qui a été dit auparavant, cette recherche se pose les questions suivantes :

- Quels sont les rapports qui peuvent exister entre les différents paramètres qui définissent l'ambiance dans un espace architectural ?
- Quel rôle la topologie aura-t-elle pour mettre en exergue et en évidence ce genre de rapports ?
  - Peut-on parler de topologie ambiante de l'espace architectural comme une topologie qui se définit par un ensemble de variations de paramètres d'ambiance ?
- Il est relevé que lors d'un passage d'une ambiance à une autre dans un espace donné, une variation de la perception sensorielle de l'individu est souvent constatée. Cependant, pourrions-nous définir topologiquement cette variation ?

Cette recherche a donc pour objectif d'explorer les ambiances du lieu, en considérant leurs dimensions spatiales au moyen de la notion de « topologie » qui recelait un aspect récurrent dans la production architecturale de notre ère. Il s'agit de démontrer qu'une caractérisation topologique de l'espace architectural est totalement possible, elle ne sera pas subordonnée seulement à l'utilisateur, mais à l'ensemble des ambiances présentes au sein de l'espace architectural.

Afin que cette recherche soit opérationnelle, des hypothèses ont été formulées et soumises à vérification. Ces hypothèses de recherche se présentent comme suit :

- La topologie ambiante pourrait mettre en évidence un rapport immatériel entre les sources ambiantales et l'espace de conformation dans lequel l'utilisateur se trouve, en donnant à l'espace de nouvelles spatialités.
- La dimension topologique peut dégager de nouveaux préceptes en architecture, liée aux caractéristiques de l'espace architectural, celles de la conformation et celles de la source du signal physique.
- Les topologies ambiantales peuvent se définir par les discontinuités qui sont caractérisées par la transition entre une séquence et une autre. Elles peuvent se définir par un seul type d'ambiance (lumineuses, sonores, thermiques, ...), ou par la combinaison de deux types d'ambiances voir plus.

Dans cette étude, la topologie en architecture renvoie à la situation, où les figures composant l'espace architectural, subissent des métamorphoses et perdent toutes leurs propriétés métriques et / ou projectives. Elle se réfère aux définitions mathématiques qui associent la topologie aux déformations, aux transformations continues, ou au continuum de discontinuités.

Une correspondance entre ces discontinuités et les dispositifs matériels inhérents aux ambiances est suggérée comme étant le fondement d'une lecture topologique ambiante de l'espace architecturale.

Une première démonstration de la faisabilité d'une telle lecture a été menée pour le cas de l'ambiance lumineuse dans l'espace muséal. Nous avons en fonction des définitions de la topologie jugé, que la notion du parcours muséal serait la plus appropriée pour cette étude, vu que le concept de parcours relie l'acte de déplacement au temps. La topologie lumineuse s'est définie comme les discontinuités lumineuses qui caractérisent les séquences du parcours muséal, ou l'existence de sources lumineuses crée des événements lumineux, le changement des caractéristiques de la conformation ou de la baie crée ces discontinuités topologiques lumineuses.

Mener une pareille investigation conduirait à associer diverses techniques de recherches destinées aussi bien à l'étude des discours des experts concepteurs de ces espaces, qu'à la caractérisation de leurs ambiances. Ainsi, une analyse de l'espace architectural s'avère plus que nécessaire, accompagné par des simulations. Pour ce faire, le choix du corpus doit obéir à un certain nombre de critères tels que la disponibilité de toutes les informations nécessaires sur l'espace architectural, notamment les écrits journalistiques et les discours des architectes, afin qu'on puisse les relier aux intentions ambiantales et aux critères spatiaux sensoriels.

Le traitement statique s'avère nécessaire pour le cas de notre recherche, et devant la palette très variée de logiciels nous avons choisi pour les correspondances et le traitement statistique d'utiliser STATISTICA 7.

Quant au contenu de la thèse, la conceptualisation s'étend sur les trois premiers chapitres. Le premier se composera de deux grands volets. Il sera question dans le premier volet d'étudier les différentes structures de l'espace architectural, qui vont nous permettre de passer à l'aspect sensoriel et à la notion d'ambiance ou nous seront amener à définir le levier conceptuel de Thibaud. Nous enchaînerons dans ce premier volet avec la typologie des ambiances, l'usage du qualificatif pour l'ambiance et enfin les ambiances à l'ère de la numérisation. Le second volet du chapitre sera consacré aux ambiances dans l'espace muséal (Objet de notre cas d'étude), et sera soldé par l'absence de caractérisation topologique des ambiances dans les travaux des chercheurs en architecture.

Dans le second chapitre nous avons pris toutes les définitions de la topologie allant des mathématiques, à l'architecture puis à l'urbanisme, pour synthétiser notre propre définition prise des travaux des théoriciens et praticiens de l'architecture. Nous avons par la suite exploré l'existence de l'approche topologique dans les travaux de recherches concernant les ambiances. Ce chapitre s'est soldé par le fait que la notion du parcours s'avère être une notion capitale pour l'étude de la topologie.

Le troisième chapitre présentera la revue de littérature pour préciser le choix de notre corpus, nous avons essayé à travers la revue de mettre en exergue l'évolution de la notion du musée à travers la chronologie historique et les courants architecturaux, cette partie nous a permis de confirmer notre choix de musées contemporains, en raison de la richesse offerte par cette catégorie de musées en matière d'architecture et de sémantique spatiale.

Dans le quatrième chapitre nous avons appuyé notre choix sur la notion de parcours, ou nous avons défini l'analyse séquentielle en élaborant aussi le modèle d'analyse, une application du modèle d'analyse sur un de nos cas d'étude viendrait solder ce chapitre.

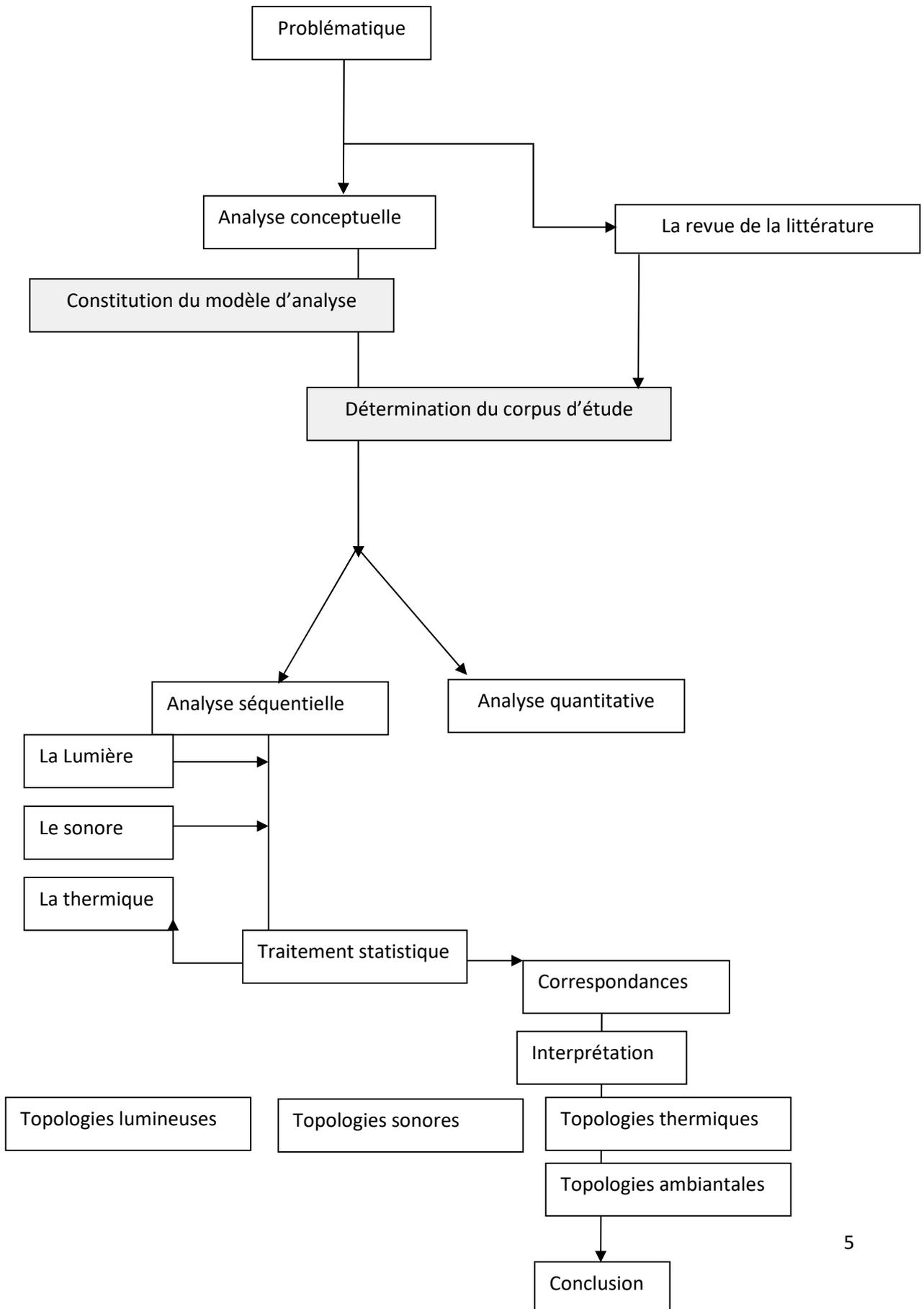
Dans Le cinquième chapitre il sera question de répertorier les critères de sélection de notre corpus d'étude pour ensuite procéder à la présentation successive de l'ensemble de nos cas d'étude.

Nous allons présenter dans le sixième chapitre une synthèse des résultats de la recherche antérieure sur la topologie lumineuse, avec une confirmation des résultats obtenues par la simulation et enfin une analyse quantitative qui va nous permettre de mettre en exergue les musées dont les quantités d'éclairage sont aux normes.

Pour le septième et le huitième chapitre, nous allons présentés les discontinuités sonores et thermiques résultantes pour chaque cas, avant de procéder à leur mise en relation par les correspondances requises, ces deux chapitres seront suivis par un neuvième qui sera consacré à l'analyse quantitative des ambiances sonores et thermiques.

Ensuite nous présenterons les correspondances entre les ambiances, d'abord chaque deux ambiances ensuite les trois ensembles pour mettre en exergue les topologies ambiantales résultantes de la recherche. Le tous seront soldé par une conclusion générale.

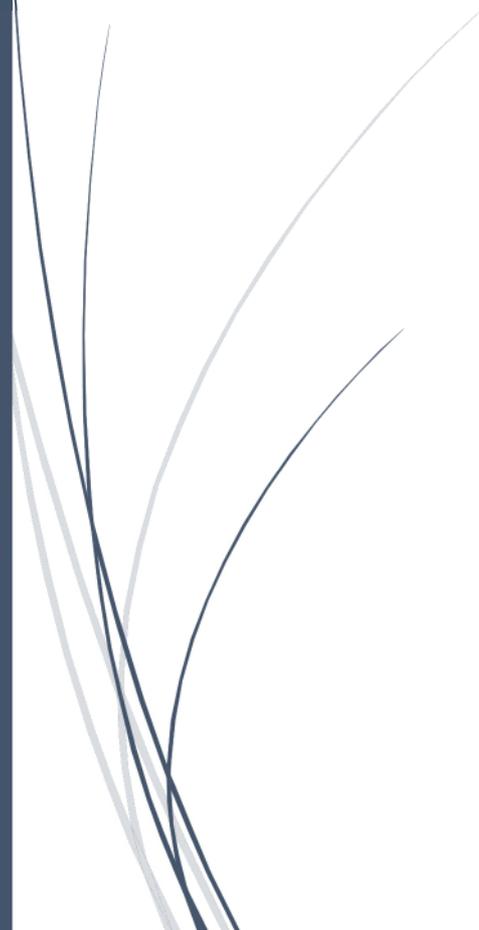
**Structure de la thèse :**





CHAPITRE 01

**LES AMBIANCES UN « LANGAGE » DE  
L'ESPACE ARCHITECTURAL**



**Introduction :**

L'espace architectural a toujours été au centre des problématiques et des réflexions les plus pertinentes en architecture, son importance relève du rôle qu'il joue dans le confort de l'être humaine, par la réussite de son appropriation.

Les définitions de l'espace architectural renvoient à deux grands volets classiques, le premier est l'aspect dimensionnel et formel qui dépend de la géométrie et des mesures, sinon à la forme elle-même de l'espace qui n'est autre que géométrique. Le second renvoie à l'espace comme entité anthropologique comme l'avait souligné J. Cousin (1980) ou le corps humain définit la spatialité par le biais des relations entretenues entre le corps humain et l'espace. En se basant sur le développement récent des théories des ambiances architecturales, l'espace est devenu assujettie aux relations entre les aspects qualitatifs et quantitatifs intrinsèques à l'espace lui-même, et c'est en fonction de cela qu'il sera défini (Lam, 1986).

Il est à remarquer que les ambiances constituent un tout cohérent et indissociable, s'appuyant d'un point de vue épistémologique sur l'utilisateur et l'espace. Les propriétés physiques d'un espace donnée et le comportement de l'utilisateur dans cet espace, que ça soit par les activités ou la signification qu'on lui attribue, semblent être les références primordiales pour le définir du point de vue ambiantal (Canter, 1977)

Nous allons voir dans ce chapitre les différentes dimensions de l'espace architectural, très particulièrement la dimension expérientielle qui nous permettra de passer par la suite aux leviers conceptuels des ambiances.

**1. Les dimensions de l'espace architectural :**

En se basant sur son travail contenu dans sa thèse de doctorat, et qui en partie traite les relations dans l'espace architectural, Suvanajata. R (2001) avait constitué dans son livre une revue de littérature qui lui a permis de classifier les manières d'étudier et d'appréhender l'espace architecturale non seulement comme un espace dimensionnel, mais aussi comme un espace dépendant et conçu pour l'utilisateur. Il avait énuméré les dimensions de l'espace architectural, que chaque chercheur doit connaître pour effectuer un positionnement épistémologique de sa recherche.

**1.1. La dimension pré-structurale de l'espace architectural :**

C'est Bergson en 1911 qui s'est intéressé en premier à cette manière d'étudier l'espace architectural, avant que l'on remarque le mouvement du corps dans l'espace, l'espace était pour les premiers chercheurs une matière, cette matière est constituée d'un ensemble d'images, pour les idéalistes chaque image n'est qu'une simple « représentation de l'espace », alors que pour les réalistes elle est appelée « chose ». Et entre l'image et la chose il y'a une forme d'existence. Le point à mi-chemin entre les deux concepts représente « l'intuition » qui est une méthode qui mène au bon raisonnement (Figure I.01). Cette manière de définir l'intuition théoriquement prend une seule et unique forme liée à ce qui différencie l'être humain du reste du monde.

L'espace se compose de deux volets basés sur le relationnel, un volet qui représente les liens internes entre les différentes composantes de l'espace, et les volets des liens externes qui sont les relations entre chaque espace et son système spatial global.

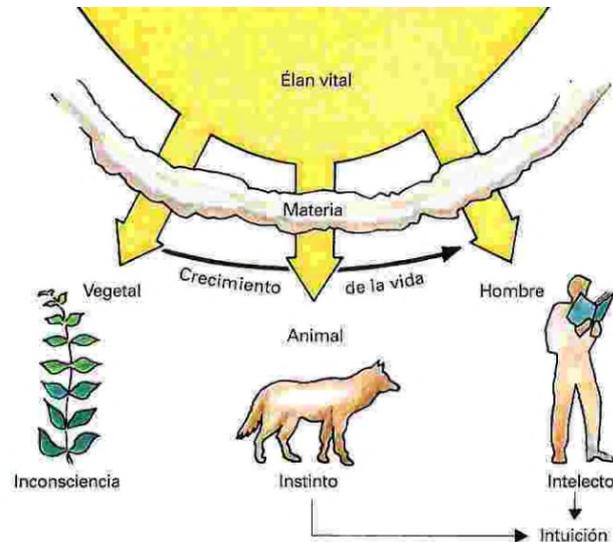


Figure I.01 : Les relations spatiales selon Bergson

Source : Atlas de la philosophie, 2008.

L'intelligibilité de l'espace doit impérativement combiner entre relations internes et externes de l'espace, de tel sorte que l'espace soit unique et que l'expérience architectural soit aussi unique. Le mouvement par exemple est intelligible dans notre subconscient, c'est pour cette raison que nous adoptons facilement toute sorte de mouvement dans un espace donné même si nous ne le connaissons pas au paravent. (Suvanajata. R, 2001)

Selon Suvanajata. R, (2001), le philosophe Bergson affirme que quand vous parlez de la ville, de la rue, des autres pièces de la maison, de la même manière les perceptions sont absentes de notre conscience et se sentent en dehors de celle-ci. Ils ne sont pas encore créés mais la conscience les reçoit après les avoir annoncés comme représentation ; et puisque, par hypothèses, notre conscience ne les a pas appréhendés, comment pourraient-ils exister dans notre subconscient sauf dans l'état inconscient ?

C'est cet état inconscient qui représente l'état d'intuition par rapport à l'intelligibilité dans l'espace. À ce stade, l'idée devient l'aspect **pré-structurel** de l'espace.

Bergson accorde une grande importance au mécanisme de la mémoire qui grâce à lui nous pouvons avoir des images de la réalité dans notre subconscient, lorsqu'il explique comment l'espace et la matière existent dans notre expérience, Pour lui c'est le mécanisme de la mémoire qui explique l'existence de l'espace et la matière dans notre expérience.

Expliquant que c'est La succession de séquences des parties qui mènent à une image complète de l'ensemble.

L'idée de la mémoire à une évolution temporaire est liée à la représentation qui se manifeste par la perception, si cette représentation du présent avait déjà un lien avec une représentation

passé on définirait le concept de « ressemblance ». Ces « ressemblances » définissent la relation que vont entretenir les individus dans l'espace, et c'est grâce aux relations des parties à l'ensemble que l'espace peut exister dans sa propre expérience. (Suvanajata. R, 2001)

En étudiant l'espace et en le considérant comme une matière que nous apercevons. Somme nous entre matière et perception ? la réponse est que scientifiquement il y'a pas de point commun, la matière se développe, par des changements homogènes et rythmés. La perception quant à elle est une sensation non étendue avec la conscience.

La représentation de l'architecture avait toujours été géométrique, ceci explique le paradoxe de la forme simple, indépendante de signe. Ceci nous mène à admettre que le signe au final est représenté par les éléments architectoniques grâce à l'introduction du concept d'idée, cette utilisation littérale traite deux éléments, d'un côté le **mouvement** qui donnera du symbole à la forme et de l'autre l'**intelligibilité** qui mettra en exergue la pureté de la forme. L'architecture doit être ici et là entre les deux pour mettre en exergue l'idée ou le concept du projet.

Cette manière de voir l'espace défendue par Bergson, avait été critiquée par Piaget, ce dernier affirme que l'intelligibilité de l'espace réside dans le processus de développement de l'image, pas au moment où l'on découvre l'espace mais dans les états successifs de l'esprit. C'est le développement de l'existence qu'effectue les individus dans l'espace qui va réaliser les états successifs des images ensemble, et nous passerons d'une situation à une expérience réelle. (Suvanajata. R, 2001)

Les dimensions structurelles et expérientielles sont fusionnées afin que l'on puisse comprendre l'« être » des choses avec « l'action » de notre mouvement. Notre système d'intuition se transforme progressivement en intelligibilité dans l'espace grâce à notre action et à notre expérience dans l'environnement. Suvanajata. R (2001) fait référence aux anciens travaux de Cassier. Et qui pour lui la vie culturelle transforme l'espace architectural en deux dimensions, chacune est indépendante de l'autre, d'un côté la dimension des éléments fonctionnels qui représente l'espace réel, et de l'autre la dimension des éléments architecturaux qui forme un espace conceptuel, un équilibre entre les deux dimensions s'impose.

Le Febvre en 1991 avait traité le même point en le qualifiant de « pratique sociale », ou nous passons de la macro représentée par l'espace social au micro qui est l'ensemble de nos petits gestes. Nous ne pouvons pas analyser l'espace architectural sans son expérience vécue, delà il proposa trois concepts généraux pour l'espace social : forme, structure, fonction. L'utilisation de l'espace revient donc à l'expérimenter en mouvement. (Suvanajata. R, 2001)

En architecture nous concevons les espaces fonctionnels et les éléments architecturaux par rapport aux façons dont nous nous déplaçons dans des espaces configurés.

Les philosophes du 20<sup>ème</sup> siècle ont beaucoup influencé notre manière de définir et analyser l'espace, Suvanajata. R (2001) avait conclu que l'espace architectural devait être conçu parce qu'il est relationnel et permet toute sorte de configuration. Quelques usagers utilisent l'intuition pour apprécier et comprendre l'espace, et très particulièrement l'espace architectural intérieur.

Considérant que l'espace « perçu » est composé par notre intuition de manière *séquentielle*, les philosophes nous ont proposé alors un aspect relationnel lié aux dimensions spatiales, en utilisant la syntaxe appropriée à l'aspect relationnel, qui peut être utilisée comme base théorique pour comprendre et interpréter les valeurs socioculturelles et la conception de l'espace architectural. Cette syntaxe relationnelle représente la relation bidirectionnelle partant de l'idée première de l'esquisse au projet réalisé.

Parallèlement à cela, d'autres dimensions ont été explorées et présentées dans la syntaxe relationnelle qui sont : structure-expérience-fonction-architecture, qui selon les philosophes de l'espace architectural permettront de transformer l'idée en réalité architecturale.

### **1.2. La dimension structurelle de l'espace architectural :**

Le mot structure désigne l'idée d'un système qui doit être lu et analysé par le biais d'une méthode qui est la syntaxe spatiale introduite dans « the social logic of space » de Hillier et Hanson en 1984, ou le processus élaboré pour définir l'idée de la structure repose sur un principe rationnel, non combinatoire. (Suvanajata. R, 2001)

La théorie de la syntaxe spatiale décrit chaque espace par rapport à sa structure sociale, qui à son tour rend possible toutes les configurations spatiales de l'espace bâti. La compréhension de l'espace repose sur la relation entre les parties et l'ensemble. Le contexte est un système macro des relations sociales dans lequel évolue toute autre relation appelée micro et composée aussi de trois espaces convexes.

De ce fait, Suvanajata. R cite dans son travail l'analyse de Mitchell (1990), où la dimension structurelle de l'espace architectural est constituée des relations régies par des différentes règles et seulement celles qui donnent sens à l'architecture. Il les appelle « relation de représentation » du système d'intuition en architecture, en s'appuyant sur le fait que l'architecture est classée comme ayant différentes qualités et paradigmes.

En architecture on passe du monde du dessin au monde réel de la construction, et il existe une très forte relation entre les deux il s'agit de la structure du langage. L'objectif de l'analyse structurelle de l'espace est de relier les dimensions structurelles à d'autres dimensions dans la syntaxe relationnelle. (Suvanajata. R, 2001)

Ce constat avait déjà été révélé avant dans le travail de recherche de Alexander en 1977, pour qui les activités sociales dans leurs relations avec la structure de l'espace nous offrent ce qu'il a appelé « pattern » ou palette. Cette définition appuie l'autonomie de l'espace, le considérant comme entité qui a sa propre logique. L'espace architectural une fois devenu unité, sera chargé par beaucoup d'éléments similaires et on aura du mal à le définir ou le différencier d'un autre. (Suvanajata. R, 2001)

### **1.3. La dimension expérientielle de l'espace architectural :**

La dimension structurelle en tant qu'élément qui gère des relations dans une configuration donnée confère à l'espace des qualités certaines. Cependant les gens définissent souvent une entité spatiale en fonction de leurs expériences dans l'élément architectural. La qualité

spatiale est subordonnée à la dimension expérientielle et à la manière avec laquelle on se déplace et on occupe l'espace.

Si la dimension structurelle est basée sur la logique, la dimension expérientielle est basée sur le sens : l'expérience nous vient des déplacements et des parcours effectués dans l'espace. Cette expérience avait été raconté dans le livre de Rakatansky, en 1993 « Narrations spatiales » qui s'est basé sur nos discours quotidiens pour définir la nature de ces expériences comme par exemple : monter l'escalier, marcher dans le couloir.... Ces aspects du domaine du discours sont interprétés et proposés sous trois formes : passage, jonction, lieu. (Suvanajata. R, 2001). Ces formes ne sont que partiellement liées aux activités sociales de l'espace.

Ce qui est par contre à remarquer c'est que les conséquences de l'utilisation de l'espace sont flagrantes quand on demande aux gens de nous expliquer leurs expériences dans l'espace architectural, ils nous décrivent leurs mouvements.

- **Mouvement vers et depuis l'espace : passage**

Il est le synonyme de la linéarité du mouvement de l'utilisateur dans l'espace. En architecture ces espaces qui traduisent ce mouvement sont généralement appelés couloirs, passerelles, escaliers, halls.... Ce type de mouvement offre différentes expériences plus intéressantes si on intègre les aspects socioculturels dans les activités quotidiennes.

Le passage est l'espace qui sert à connecter deux fonctions par le mouvement (Figure I.02).



**Figure I.02 : Les différents passages dans Dar Al Annabi, Sidi Bou Saïd, Tunis**  
Source : Belakehal.A, 2017.

- **Mouvement entre espaces : jonction**

Il s'agit de passer toujours par l'expérience du mouvement d'un espace à un autre espace avec un changement des propriétés entre différents espaces, on aura l'impression que l'expérience change entre deux espaces ou plus. Il est important de noter ici que même l'activité sociale change.

La jonction marque le changement de la conception et de la fonction, c'est un mouvement changeant dans un espace décisionnel. Exemple : porte (Figure I.03).



Figure I.03 : Les différentes jonction intérieur extérieure par la porte et la fenêtre dans les mosquées turques

Source : Belakehal.A, 2018.

- **Mouvement dans l'espace : lieu**

Ce mouvement dépasse les deux autres types. Il se pourrait que ça soit l'élément le plus petit, par exemple : la pièce fermée. (Figure I.04).

Le lieu est caractérisé par le mouvement statique menant à une fonction particulière. Exemple : chambre. (Suvanajata. R, 2001)



Figure I.04 : Le lieu d'étude (salle de classe) à l'école d'architecture Univ. Sultan Mehmet Fatih, Istanbul.

Source : Belakehal.A, 2018.

#### 1.4. La dimension fonctionnelle de l'espace architectural :

C'est la seule dimension attribuée par l'architecture dès la conception du projet, l'idée de la fonction est fondamentale puisqu'on se soucie déjà de la fonction de l'espace avant même de le concevoir.

Le fonctionnalisme en architecture avait été initié par Sullivan, où nous parlons d'un espace qui rejette tous les éléments inutiles à la fonction, et très particulièrement les éléments décoratifs, ce nouveau courant avait été adopté par les architectes de l'avant-garde qui selon eux l'usage ou la fonction d'un système est au cœur du fonctionnalisme en architecture.

L'espace architectural est toujours une substance fonctionnelle car qui dit structure dit but ou une fonction.

Les architectes et les usagers de l'espace permettent de synchroniser leurs intentions et leurs attentes lors de la conception de l'espace dans une dimension fonctionnelle. Nous passerons du mouvement du corps lié à la géométrie (comment est fait l'espace par rapport au corps ?) à un mouvement lié à la fonction de l'espace (qu'est-ce qu'un corps fait dans l'espace).

Tout comme le mouvement du corps, les exigences socioculturelles créent une fonction au sein de l'espace architecture. (Suvanajata. R, 2001)

### **1.5. La dimension architecturale de l'espace architectural :**

L'espace architectural proprement dit prend forme dès l'esquisse du projet architecturale, et ce n'est qu'après la réalisation de ce dernier que nous prenons réellement conscience de cette dimension spatiale. Il ne s'agit pas ici de significations socioculturelles, mais d'éléments architecturaux qui apportent leurs logiques qui font que l'espace soit une entité esthétique de qualité sociale. Les éléments architecturaux ne sont pas liés aux usagers, les usagers utilisent des bâtiments construits, sans les concevoir. On parle donc de fonctionnement ici. (Suvanajata. R, 2001)

Toutes les définitions de la dimension architecturale reposent sur les effets architecturaux basés sur les outils utilisés comme stratégies de conception, et qui sont dans la plupart des cas « des éléments architecturaux », ces derniers ne sont pas indépendants des autres dimensions, mais du moins que l'on puisse dire ils dépendent d'elles et des relations qui les gèrent. L'architecture avait été souvent créée selon le concept qui influe surtout sur la forme produite vers la fin. (Suvanajata. R, 2001)

Le concept est composé de plusieurs éléments architecturaux, chaque élément doit être analysé et compris selon le système lié au concept, qui est unique pour chaque architecture.

Eisenmann. P, était l'un des premiers à écrire sur l'objet qu'il qualifie de « meilleur » qui selon lui peut « parler de lui-même », en s'intéressant aux relations de transition il a défini le modèle futur comme moyen qui permet de comprendre la forme, il a conclu en analysant la forme d'un temple sous deux formes, le premier générique en le qualifiant d'un espace de regroupement des gens, et spécifique en insistant sur sa valeur symbolique reliant entre culte et communauté. Cette analyse nous permet de remarquer que même si la fonction pourrait conduire au symbolisme en architecture, ça ne sera pas toujours le cas dans toutes les situations, ceci est dû à notre monde référentiel. Si on insiste sur le fonctionnement sans introduire l'imagination, la fonction l'emportera dès la conception sur le reste des éléments. La fonction constitue un message dans notre monde référentiel, et le sens diffère d'une personne à une autre, mais il joue un très grand rôle dans la naissance de la forme. (Suvanajata. R, 2001)

Si nous admettons que l'architecture est un objet artistique écartant l'aspect fonctionnel, la dimension architecturale ne communiquera aucune information sociale dans son essence, elle est souvent en rapport avec le mouvement des gens et non leurs activités. Cette logique avait caractérisé à une certaine époque l'architecture, et on s'inspirait de la musique, danse, ou autre pour exprimer les éléments architecturaux afin de se libérer des contraintes fonctionnelles traditionnelles. (Suvanajata. R, 2001)

Si nous choisissons la dimension structurelle, nous allons ignorer la fonction et les valeurs chargés, et on se concentre sur les activités et les usagers, on concevra un espace, cet espace aura déjà une signification quel que soit sa forme, elle appartient automatiquement au monde référentiel basé sur la géométrie et l'intuition ajoutant à ça les mouvements. La dimension

architecturale dans ce cas matérialisera l'abstrait sans trop se focaliser sur d'autres dimensions.

Au final, les éléments architecturaux choisis pour définir la dimension architecturale, dépendront des mouvements du corps dans un espace donné, il est toujours facile d'adopter une stratégie de conception pour choisir les éléments en fonction du concept. Si les concepteurs optaient pour le choix d'éléments simples, il ne serait pas facile pour eux de les définir. La réalisation joue un rôle très important dans l'affirmation de chaque élément architectural, et sa définition par rapport au concept conventionnel.

## **2. Les champs des ambiances et la recherche scientifique :**

### **2.1. Les leviers conceptuels selon Thibaud :**

L'importance de la notion d'ambiance avait été soulignée dans de nombreux travaux de recherche, le souci premier des chercheurs était de la rendre plus claire. L'analyse de divers documents scientifiques révèle une obscurité et une non-implicité dans les fondements de base de cette notion.

De ce fait la construction de l'environnement adéquat dans lequel l'homme vit et pratique ses activités requièrent un intéressement et une prise de conscience des sens. (J.P. Thibaud, 2014)

Il s'agit dans un sens très large d'être à l'écoute du domaine des sens qui contribuera ainsi à la construction de l'environnement dans lequel l'homme vit et pratique ses activités. (J.P. Thibaud, 2014)

*J.P. Thibaud en 2012 affirme : « D'une part, à l'opposition classique entre espace vécu et espace conçu se substitue une démarche dynamique s'intéressant aux modes sensibles de structuration de l'espace et du temps. De ce point de vue, les ambiances questionnent les processus de spatialisation en œuvre à la fois dans l'expérience commune du citoyen et dans l'acte de création architecturale.*

*D'autre part, la distinction entre théorie et pratique tend à s'atténuer en faisant valoir de plein droit les savoirs et savoir-faire des concepteurs. De ce point de vue, les ambiances convoquent divers modèles d'intelligibilité du sensible rapportés à leur dimension pratique. »*

La reconsidération de la place du corps humain dans son monde et ses différentes façons d'appréhender ce monde s'impose comme une solution logique dans de nombreux travaux de recherche qui se nourrissent du pragmatisme et de la phénoménologie, ceci est dû à l'envie de certains chercheurs à rendre la recherche sur les ambiances plus concrète.

A cet égard J. P. Thibaud (2012) avait détaillé les quatre apports principaux qui intéressent directement la thématique des ambiances qui sont : i) la mise en évidence du pouvoir mobilisateur du lieu, ii) la reconnaissance de la valeur articulatoire du geste, iv) le dévoilement de l'implicite dans l'ordinaire des pratiques et l'ouverture. Et enfin v) la perception à sa dimension affective.

**2.1.1. La naissance de la notion du lieu :**

Si nous partons de l'architecture ou de la géographie humaine l'espace dans lequel l'être humain vit, et une entité très complexe. Cette complexité apparaît dans les essais de définitions qui sont souvent basées sur la critique de ce dernier tant considéré comme abstrait et objectif.

Si nous avons confondu dans les temps passé la définition de l'espace et du lieu, il est très remarquable qu'ils sont différents l'un de l'autre. L'espace a tendance à être lié souvent au mathématique, le lieu, cependant, et dépendant du corps, son orientation et son expression.

Cette différence entre les deux définitions révèle l'importance que joue le rôle du corps au lieu, et ceci selon J.P. Thibaud (2014) redonne de l'argument à l'intensif. Le caractère de l'intensif appuie dans le monde où l'on vit les caractéristiques de l'ambiance, en passant de la grandeur extensive à la grandeur intensive, qui est liée au contenu de l'espace qualifié souvent par son usager. Cette manière de définir le lieu, nous fait remarquer que le lieu au final n'est pas cette fameuse enveloppe désaffectée et inopérante, il est l'entité qui se laisse habiter par le corps, et qui l'habite au même temps.

**2.1.2. Le geste :**

Si nous admettons que l'être dans le monde se manifeste par le geste, cela est dû au rôle central que joue la motricité dans nos façons d'agir. L'être humain agit selon deux modes distincts mais trop liés, le premier mode étant l'action rationnelle qui dépend de notre façon de voir le monde qui se présente comme une extériorité saisissable (la représentation du monde, les fins, ... sont fixés dans notre subconscient au préalable), et dès qu'il y'a des raisons pour que l'action routinière s'altère on se rendra compte rapidement. Le second mode est lié à la notion du geste, qui est régi par une intention et présenté par une expression, le geste n'est autre qu'un ajustement progressif à chaque situation en fonction des contraintes et de l'environnement, il est à remarquer que les gestes quotidiens sont indépendants des représentations mentales qu'on a de la réalité.

Ceci veut dire que le geste renvoie au mode de l'action mais il ne se confond pas. Il se prête à des tonalités affectives du moment et variations que le corps exprime. De ce fait la plasticité du corps peut être définie en fonction des petits gestes de notre quotidien.

**2.1.2.1 L'ordinaire en commun :**

Si nous observons notre monde quotidien nous aurons l'impression qu'il nous est familier, ceci est dû à nos acquis qui se manifestent par : l'ensemble des règles et des procédures, ....

Le geste et le lieu constitue un continuum qui ne cesse d'attirer l'attention de plusieurs chercheurs, ce questionnement sur cette familiarisation, nous mène à chercher le caractère ordinaire de la vie de tous les jours, le souci étant de comprendre le background, ou l'arrière fond de cette familiarisation.

Si nous chercherons à titre d'exemple à comprendre l'activité interprétative corporelle, nous allons trouver qu'elle dépend de notre savoir-faire, ce dernier constitue selon Thibaud (2014) pour l'interaction sociale un fond commun et non une condition de sociabilité ;

Cependant, l'arrière-plan n'est pas fonction juste des fonds communs, mais aussi de la communication entre le corps et la culture. Le corps permet la compréhension, il est le moteur des sentiments et des expressions liées aux activités du moment.

Le questionnement sur l'ordinaire nous a permis d'explorer la base commune nous reliant les uns aux autres. (J.P. Thibaud, 2014)

#### **2.1.2.2. Le sensible qualifié :**

L'expérience vécue, engage deux grands moments, le premier est de l'ordre de percevoir, le second et de l'ordre de sentir, le passage d'un moment à l'autre demande un mode de communication immédiat non pour le catégoriser mais pour l'éprouver, le sentir. Ceci nous conduit à la construction de 3 plans du sensible, qui sont : la motricité, l'affectivité, la diffusivité. (J.P. Thibaud, 2014)

#### **2.1.2.3. Les leviers conceptuels :**

Ces divers champs de problématisations liée à la notion d'ambiance fournissent ce que J.P. Thibaud (2014) avait nommé des leviers conceptuels (Figure I.05), qui selon lui permettra à tous les chercheurs de se positionner par rapport au type de recherche sur les ambiances comme suit :

1. L'ambiance est indivisible : l'ambiance peut être caractérisée par son degré de prédominance. Elle n'est saisissable que dans sa globalité, et selon le schéma de TH elle fera le lien entre le caractère intensif et extensif.
2. L'ambiance est immédiate : l'ambiance convoque un style de motricité qui lui attribue un caractère spécifique. Elle est assujettie de l'utilisateur et nécessite une articulation entre le conduit préréflexif et celui réflexif.
3. L'ambiance est omniprésente : l'ambiance est singulière par les dynamiques de variations auxquelles elle se prête. Il s'agit ici d'une affirmation de l'introduction de l'arrière fond et le plan thématique de l'activité interprétative qui correspondra au thème.
4. L'ambiance est diffuse : l'ambiance à un caractère individuel, elle est différente en fonction des échelles suivant lesquels elle a été identifiée. Elle doit impérativement dans ce cas associer l'ordre de la perception et le sentiment).

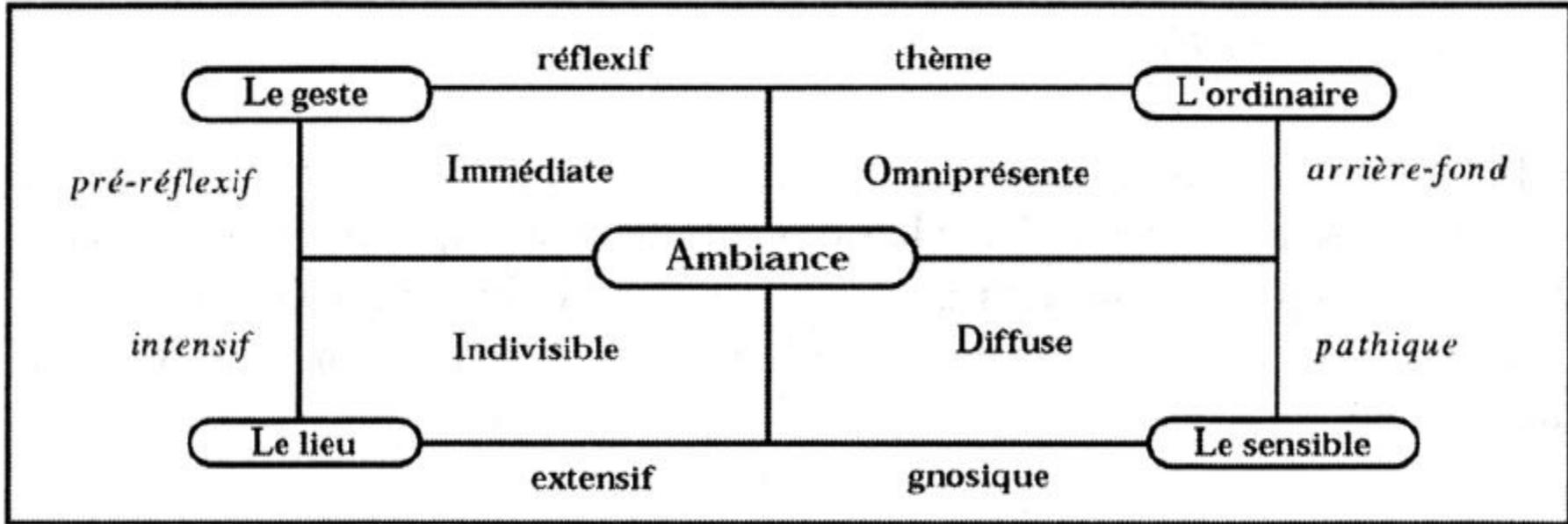


Figure I.05 : Les leviers conceptuels selon J. P. Thibaud  
 Source : Thibaud J. P,2014.

### **1.1. Les ambiances entre celles visibles et celles invisibles :**

Si d'un point de vue méthodologique, les leviers élaborés par Thibaud s'intéressent aux types d'ambiances connues et liées aux cinq sens, diverses manières sont utilisées pour évaluer et qualifier les ambiances. Il est à remarquer que la typologie d'ambiance diffère si nous comparons leurs outils d'évaluation, les ambiances lumineuses, sonores ou thermiques sont des ambiances mesurables. Dans l'absence d'une démarche déductive relative à la quantification des ambiances olfactives et tactiles, c'est sur la base de l'expérience de l'utilisateur que nous pouvons qualifier ces types d'ambiances.

Il est à préciser que les ambiances diffèrent, les ambiances vues notamment la lumineuse, sont plus faciles à détecter et à évaluer, nous pouvons en se basant sur l'œil nu, ou sur des photos évaluer l'ambiance lumineuse d'un espace. Les ambiances in-vues ou non vues telles que la sonore, l'olfactive ou la thermique, offrent des informations liées à l'existence du signal physique, et les critères d'évaluation dépendent de l'utilisateur et de sa manière de qualifier l'espace. Cependant, toutes ces ambiances non vues sont simulées, ceci permettra de confirmer ou affirmer les propos des utilisateurs.

Nous citons à titre d'exemple l'ambiance lumineuse et sonore, qui ont selon Bonnet. G (2005) des natures analogues, cependant le comportement des objets qui existent dans l'espace architectural n'est pas le même vis-à-vis des deux ondes, on remarque que pour la lumière la réflexion se fait juste par l'effet de miroirs. Alors que l'onde sonore est réfléchiée par tous les objets dans l'espace pratiquement. G. Bonnet (2005) affirme que L'être humain dans l'espace architectural réagit différemment quand il est exposé à l'onde sonore et/ou lumineuse, de ce fait sa perception des deux phénomènes diffère. Ceci est dû à l'image renvoyée de la réalité par le cristallin sur la rétine, cette faculté unique ne caractérise pas l'oreille. Ajoutant à cela le fait que l'œil est souvent l'organe qui tranche dès qu'il y'a un conflit entre ce que nous voyons et ce que nous entendons, les informations en provenance de l'œil dominant et tranchent.

Nous pouvons à cet effet citer le travail de Bonnefoy Barbara (1999) qui par une expérience psychosensorielle de la ville avait conclu que le ressenti de chacun est mis en exergue par l'odeur. L'objectif de sa recherche était de comprendre l'articulation des représentations des odeurs dans la ville de Paris. Ses observations in situ, lui ont permis de dégager un consensus de classification des odeurs basé sur un savoir culturel commun d'abord : i) la ville qui ne sent rien (malgré sa richesse en signaux olfactifs, elle n'est pas un lieu de très forts investissements affectifs, et du coup le ressenti olfactif est faible), ou ii) la ville sent mauvais (elle est décrite comme un théâtre d'expériences olfactives malheureuses, ou on se sent agressés par les odeurs nauséabondes). L'interprétation du message olfactif n'est pas liée uniquement à un signal et son interprétation personnelle, il est sujet de sa situation, son contexte et son environnement, Bonnefoy cite la relation entre le déplacement et l'odeur, elle trouve que la ville est souvent considérée sans odeurs lorsque la personne qui la parcourt n'est pas confrontée à des sources de nuisances olfactives. Elle dit dans la conclusion de son travail : « L'odeur apparaît aussi comme un élément parfois nécessaire de la ville, en particulier lorsqu'elle devient un indicateur de reconnaissance du lieu, elle seconde alors les autres sens et donne des indications

qui permettent de reconnaître et d'identifier un quartier ou un lieu précis de l'espace urbain. Toutes ces observations tendraient donc à confirmer que l'odeur dans la ville et ses représentations peuvent déterminer non seulement l'image de la ville, mais aussi la qualité de la vie urbaine, ainsi que certains de nos comportements. »

Les réflexions de l'onde sonore sont indétectables, si l'on ne procède pas une visualisation vue que l'ambiance sonore est de nature non vue. Le recours à la simulation dans ce cas de figure, sera pour obtenir des résultats plus exacts, ou confirmer une situation afin de proposer des scénarios pour l'améliorer.

### **2. 3. L'emploi de l'adjectif pour une ambiance :**

Dans le contenu manifeste d'une langue, il existe un grand nombre d'adjectif répertoriés comme adjectifs qualificatifs (ou relationnels), faisant les bases sur lesquelles les chercheurs avaient construit différents modes de qualifier une/ou des ambiances données (lumineuse, audible, olfactif ou autre...).

Les adjectifs en langue peuvent indiquer un jugement de valeur ou une évaluation tel que : beau, intelligent, ... ou une caractéristique importante liée à l'élément décrit soit concrète apparente, ou abstraite cachée. il selon Riegel (2005) c'est des concepts descriptifs dépourvue d'autonomie référentielle.

L'absence d'autonomie référentielle est due à l'existence d'une relation entre les formes de catégorisation d'entités de nom et la variation des logiques grammaticale en passant d'une langue à une autre, cette relation fait assoir une tradition linguistique. Cette dernier dans le domaine des ambiances quel que soit le cadre théorique de la recherche n'est pas beaucoup problématisé. Ceci est dû à la non universalité de la description des langues, ce qui rend le travail de cette catégorie d'adjectif difficile. Si nous comparons à titre d'exemple les adjectifs liés aux couleurs en français au japonais, nous constaterons qu'il y'a très peu d'objectif en japonais.

De ce fait, nous avons constaté que les chercheurs du domaine des ambiances utilisent les adjectifs qui selon eux sont des descriptions provisoires du phénomène langagier comme un outil d'analyse entre langage et connaissance pour arriver à des évaluations.

Il existe deux formes d'adjectifs ceux qui sont considéré comme cognitiviste et qui se sont apparus dans l'objectif et d'uniformiser entre les différentes langues et que nous considérons comme ensemble d'étiquette, accordant plus d'intérêt aux fonctions grammaticales qu'aux propriétés morphologiques. Dans la forme cognitiviste nous trouvons des catégories de nom (le mur), leurs propriétés sont des mots (est incliné, est grand, est blanc, ...). Pour la deuxième forme que nous appellerons cognitive, elle ne prend en considération aucun critère linguistique ni catégorie, sa base est le mot « le terme », nous citons comme exemple dans ce cas-là si nous travaillons sur une couleur nous prenons un corpus d'analyse comportant un nuancier de la couleur en question.

Nous citerons à titre d'exemple le travail de recherche effectuer par l'équipe de chercheurs (Cance.c, Delepaud. G, Morgane.S, Dubois.D, 2009) L'objectif de ce travail est de parvenir à

identifier les régularités dans le processus d'expression de qualification de jugement de qualités sensibles des objets sensibles de ce monde autrement dit de l'emploi de l'adjectif. Il s'agit donc d'identifier les contraintes exercées par les propriétés du système cognitif humain et celle des langages sur la construction des catégories sémantiques qui ont participé à la naissance de nos jugements perceptifs. Il est stipulé par cela un débat entre le langage et la pensée, le rôle des formes qualifiées d'adjectivales dans la communication de l'expérience sensible et la construction de l'objectivité. Le résultat de ce travail sera dans le cadre d'une linguistique cognitive contribuant ainsi à la naissance d'une nouvelle théorie de la référence.

Leur recherche se situera dans le traitement des adjectifs en linguistique du corpus et non à celle des exemples, les adjectifs sont des productions verbales recueillent des questionnaires ouverts.

- **Modalité visuelle :**

Il s'agit d'un corpus oral de 15 entretiens semi directifs recueillis dans trois dispositifs visuels présentant des habitacles automobiles (variant en architecture, couleurs et matières) appelé « Corps V » aura traité les adjectifs de couleur, et l'évaluation de la qualité visuelle (Tableau I. 01) :

- Un dispositif 2D (écran plasma) : description des ressentis par les locuteurs en fonction des variations de propriété (présentés sur un écran plasma)
- Un dispositif 3D (réalité virtuelle) : entretiens réalisés en immersion dans une salle munie de 04écrans (03 murs et 01 sol).
- Un dispositif réel : entretiens réalisés dans des habitacles de voiture à l'arrêt dans un hangar. (Dubois. D, 2009)

- **Modalité auditive :**

Il s'agit du corpus « Corp A » dont l'objectif sera de traité les adjectifs liés à la voix et au son, composé de deux sous corpus, le premier recueilli par Morange à partir des questionnaires ouverts issue d'un test d'écoute (extrait de trois entretiens avec des parisiens âgés). Le deuxième complémentaire au premier constitué d'enregistrements de conférences d'ingénieurs de son (Tableau I. 01).

- **Multimodalité :**

Abrégé en « Corp M » traitera les adjectifs liés à la notion du confort/inconfort en train, recueilli à partir d'un questionnaire ouvert (03 réponses seront prises en considération ici), sauf que la multimodalité renvoie à l'ensemble des modalités sensorielles liées à la notion holistique du confort/inconfort (Tableau I. 01).

Tableau I. 01 : Le récapitulatif des modalités

Source : Auteur, 2013.

CORPUS				
Modalité sensorielle	Données linguistiques	« Objet sensoriel »	Auteur	Abréviation
Visuelle	Orales	Habitacle automobile	Cance C	« Corp V »
Auditive	Ecrites (voix) Orales (don)	Voix parlée Son musicaux	Morange S.	« Corp A »
Multimodale	Ecrites	Confort/inconfort en train	Delepaut G.	« Corp M »

Nous remarquerons deux types de diversité :

- La diversité de relations sensibles du sujet au « monde » : les représentations matérielles (in situ ou non) des phénomènes, des objets ((habitacle automobile, voix, son, ...), des modes d'immersion (mémoire, virtuelle, réelle).
- La diversité de mode de communication : en premier de rapport et de co-construction entre le locuteur, l'interviewer et les diverses réalités, en second des pratiques langagière individuelles et collectives expertes ou ordinaires. (Dubois. D, 2009)

### 2.3.1. Du langage « usager » au langage « expert » à relire et à préciser que l'on emploie quel que soit le type d'ambiance.

- **Adjectifs construits et non construits** : Les chercheurs ont remarqué que l'emploi des adjectifs s'est fait suivant deux formes construites ou non résumé dans le tableau I. 02

Tableau I. 02 : le récapitulatifs des formes d'adjectif.

Source : Auteur, 2013.

	Adjectif	Forme dominante	Exemple
Modalités visuelle	Couleur	Non construit	Sous le...tout est gris
Le son et la voix	Qualificatif (sonore)	Construit (nominal)	Voix gouleyante Son inintelligible
Perception multimodale	Qualificatif (selon contexte)	Construit Non construit	Siège inclinable Siège pas assez large

Une deuxième lecture avait été faite sur les propriétés morphologiques des adjectifs construits employés, il a été d'abord distingué ce qui suit :

- Il existe deux formes majeures d'adjectifs construit qui sont (les nominales, la verbales)
- Le type de valeur sémantique des suffixes.
- Les résultats de cette première lecture en général a permis au chercheur de proposer les premières inférences des différentes constructions cognitives dont les deux formes d'adjectif seront des indicateurs (construit, non construit).

Les adjectifs non construits indiquent des connaissances partagées, les adjectifs construits seraient liés à la connaissance individuelle.

- **Diversité lexicale** : Une deuxième analyse s'est faite sur les adjectifs et leur forme en prenant en considération trois variables qui sont : Le type (nombre de forme différentes), l'occurrence (nombre de forme citées), l'hapax : occurrence singulière (Tableau I. 03).

Le résultat de cette lecture révèle que le corpus « Corps V » est différent des autres corpus, il est caractérisé par peu de type et de hapax ce qui l'inscrit dans le consensus lexical. Cela est dû à l'uniformisation des formes adjectivales en relation avec la couleur. Pour les corpus restants nous notons son inscription sous le volet diversité lexicale, nous citons à titre d'exemple pour la voix particulièrement les jugements qui sont de forme individuelle.

Cette première lecture avait permis au chercheur d'avancer leurs premières hypothèses : « le consensus lexical identifié pour l'expression des phénomènes colorés correspondrait à des catégories collectives partagées et consensuelles, alors que la diversité lexicale manifestée dans l'expression des phénomènes sonores renverrait à des catégories cognitives individuelles. » (Dubois. D, 2009)

Le choix du type de suffixes n'était pas fait par hasard mais c'est les suffixes qui apparaissent le plus dans le corpus voix/son et Confort.

Tableau I. 03 : le récapitulatifs des lexiques utilisés.

Source : Auteur, 2013.

Forme	Dominance par corpus	Morphologie (Relatives à....)	Valeur sémantique et Inférences cognitives	
-ique	Corp A et M	Substantifs : qui est... Qui relève de ...	-Evaluation : énergique -Référence : mécanique	Témoigne d'un discours scientifique, descriptif et analytique.
-ant,	Corp A et M	Un verbe	-Effet : Sur le sujet : voix reposante. Sur l'objet : le son est suffisant. -Reproduire une action : voix un peu chevrotante.	Indice d'un processus inaccompli, présent.
-é	Majoritaire Corp A	Un verbe	-Etat de l'objet ou du sujet : travaillé. -Une propriété résultat de processus appliqués : voix éraillée.	Rendrait compte d'un processus accompli
-able, -ible	Corp M	Un verbe ou un nom	-Modalité ou jugement : zone audible, voix agressive	Exprimant la modalité épistémique le possible et l'évaluation.
-if, -ive	Corp A et M	Un verbe ou un nom		

• **Spécificité des adjectifs de couleurs :** Dans la même lecture mais cette fois ci en se concentrant sur les couleurs (occurrences d'adjectif morphologique), il a été relevé deux types de lexique relatifs aux propriétés colorées des objets :

- Adjectifs spécifiques de couleurs : très nombreux majoritairement non construit (bleu, blanc, ...), et rarement construit (maronnâtes, jaunâtre, ...)
- Adjectifs génériques : moins nombreux, majoritairement construit (teinté, coloré, uni, ...)

C'est par le biais de dérivation que l'on pourrait juger les modes de construction d'une forme adjectivales, qu'elle soit nominale ou verbale. (Dubois. D, 2009) Le tableau I. 04 montre en résumé ce qui a été fait pour cette partie :

Tableau I. 04 : le récapitulatifs des bases d'adjectif.

Source : Auteur, 2013.

Exemples	Bases verbale	Base nominale
<b>Truc chromé</b>	Chromer Déf : mettre du chrome dans/sur... Métalliser Déf : mettre du métal sur/dans	Chrome Déf : une couleur comme du chrome ? Métal Déf : couleur comme du métal ?
<b>Inférences cognitives</b>	Renvoi à un processus, sur une couleur, (une matière, un objet...) ⇒ PRATIQUE	Renvoi à une MATIERE : Objet SOURCE/SUPPORT de la couleur PROPRIETE de la couleur ?

Les adjectifs étudiaient comme indices sémantique sous leurs différentes formes de construction morphologiques permettront de dégager après leurs analyses des contributions quant aux champs linguistiques que cognitifs.

Ce travail de recherche a permis aux chercheurs de nos jours de reconsidérer les adjectifs comme des phénomènes de langue qui contribuent à la construction de la référence comme connaissance. Cependant les inférences cognitives que les chercheurs proposent ne sont valables que si les adjectifs (la forme adjectivale) sont employés dans un discours. (Dubois. D, 2009)

**2. 3. L’ambiance ou les ambiances et la conception à l’ère de la numérisation :**

Dans le domaine architectural il existe une palette très variée des approches de la conception, dès qu’on s’intéresse au bâtiment et aux effets sensoriels qui lui sont associe on parlera alors de la conception par l’intention d’ambiance. (Tourre, 2005)

Le défi pour l’architecte dans cette approche de conception est de parvenir à équilibrer entre l’ambiance souhaitée (à produire) et la configuration spatiale, cette dernière prendra en charge plusieurs variables : volumes, matériaux, et contexte, ....

Pour se faire le recours á des simulations est plus que nécessaire, les simulations qu’elles soient d’ordre graphique ou numériques, sont souvent réalisées par l’intuition du connecteur ou son expérience. L’objectif de cette approche est la validation de la configuration spatiale qui soit la plus cohérente possible avec l’ambiance souhaitée.

Grace a cette approche le concepteur peut évaluer les impacts de ses choix ambiantaux et les résultats pour valider des choix, ou proposer d’autres variantes si les solutions proposées ne sont pas convaincantes. De ce fait, l’outil incontournable d’aide à la conception selon cette approche serait la simulation des phénomènes physique.

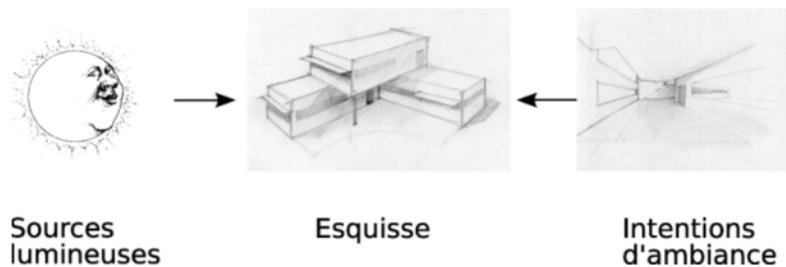


Figure I.06 : Démarche de la conception par l'intention appliquée à l'éclairage  
Source : Hégron. G, 2006.

Il est à remarquer que les outils d'esquisses numériques connaissent une évolution et un développement sans précédent, ce développement avait contribué à la naissance d'outils intégrant l'intention ambiante pour l'accompagnement à la conception. Et la configuration spatiale sera de ce fait déduite des intentions ambiantales traités numériquement. (Figure I. 06).

Amphoux. P, (2002) a défini les enjeux qu'assument le recours aux notions d'ambiances, dans un premier temps le fait d'éviter de trop se focaliser sur la fonction : l'architecte est le maître de l'œuvre, et cette œuvre doit être soumise à toute un circuit d'intervenant, commençant par l'ingénieur en génie civil jusqu'au usager, pour aboutir à sa concrétisation. (Amphoux. P, 2002) Si nous pensons les choses autrement en ayant le souci des ambiances en amont, nous remarquerons un changement dans cette procédure de l'élaboration du projet, on passera alors d'une logique de maîtrise d'ouvrage basée sur la conception hiérarchisée, à une logique de conduite d'ouvrage basée sur la conception négociée.

Et dans un second temps le fait aussi d'éviter la technicité manifeste : il est à remarquer que durant le processus de la création à chaque étape nous avons plusieurs intervenants de différentes spécialités, ajoutant à ça le programme, qui plus il est complexe plus nous ferons appel à beaucoup de monde. L'ambiance dans ce type de projet naîtra de manière inattendue sans que nous sachions son origine, ou à quel moment est-elle apparue, l'auteur de l'ambiance et méconnaissable, nous ne connaissons pas le comment, ni le pourquoi, mais tant que nous avons une ambiance, nous admettons qu'il y'a derrière une « intention ». (Amphoux. P, 2002)

Si nous voulons projeter une ambiance dans le projet créé, nous devons introduire l'ambiance dans le processus de la conception, l'intentionnalité est un enjeu majeur énoncé dès le début, il n'est en aucun cas un objectif programmé, son objectif est d'orienter rigoureusement par le biais d'une ambiance le projet dans une durée indéterminée.

Entre ces deux enjeux trois domaines d'orientation s'annonce aux chercheurs, définit chacun selon Amphoux. P (2002) :

1. La mutation des outils de représentation.
2. L'évolution des métiers et des pratiques professionnelles
3. La prise en compte de l'usage et de la perception.

Dans notre recherche nous allons nous focaliser sur le premier point qui est la mutation des outils de présentation, parce qu'il est le seul conforme avec le contenu de notre recherche.

### **2.3.1. La visualisation par logiciel :**

L'usage et l'évolution rapides des outils de la CAO, ont modifié les logiques de la conception architecturale, le hic c'est que ce n'est pas uniquement l'architecte qui peut les utiliser, mais aussi le designer, les sous-traitant dessinateurs. Ceci nécessite l'urgence de l'évaluation de cette situation, une évaluation qui reposera sur deux volets :

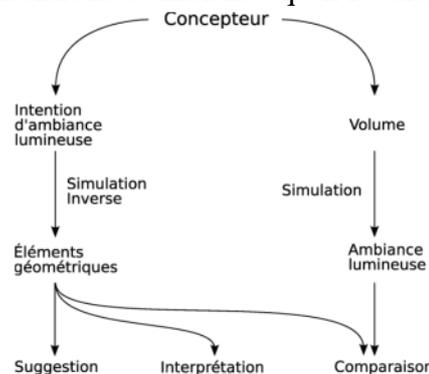
Dans un premier temps nous intéresseront à l'influence exercée par les choix des techniques et des représentations par logiciel sur la rationalisation de la pensée.

Cette rationalisation de la pensée s'opère selon deux manières, d'un côté l'utilisation des logiciels de traitement de rendu (sonore, lumineux ou autre), et de l'autre la simulation dans la conception et son effet sur l'attitude formaliste et normative.

Les outils numériques d'aide à l'esquisse jouent un rôle très important dans naissance du projet architecturale contemporain. Si nous prenons la lumière comme paramètre essentiel de la conception (Figure I.07), souvent afficher comme intention initiale de l'architecte, l'outil de simulation permet de modéliser l'esquisse et d'offrir une étude anticipée de la lumière naturelle, sa répartition et son comportement au sein de l'espace, en fonction des heures et des saisons.

Cette étude permettra à l'architecte de modifier ses choix ou les réajuster en fonction de l'impact de la lumière, ce travail aura un impact considérable sur le choix des volumes, matériaux, textures, couleurs...

La simulation inversée cependant, est souvent utiliser après la réalisation des projets, son rôle est d'intervenir pour remédier à des problèmes liés à la lumière naturelle dans l'espace existant, ou à des nouvelles intentions d'ambiance qu'il faudra adopter.



**Figure I.07 : Méthode proposée : Les descriptions du volume et de l'intention d'ambiance lumineuse sont faites simultanément**  
Source : Hégron G., 2006.

Même dans le cadre de cette tendance à caractère « technologique », les caractéristiques de l'espace (forme et matériaux) et le discours intentionnel de l'architecte (et /ou de l'utilisateur) de même que les rapports qui les lient demeurent les points forts de toute conception (et à ses différents stades) ou de toute démarche de recherche scientifique. (Saraoui.S, 2011)

Comme toute démarche scientifique, et malgré le caractère technologique de cette nouvelle approche de la conception architecturale, les caractéristiques de l'espace, les discours intentionnels de l'architecte et les rapports qui les lient, demeureront les points forts de toute conception.

Dans un deuxième temps, nous allons nous intéresser au moyen utiliser afin d'intégrer la logique du flou et l'indéterminé dans les techniques de représentation empirique qui participera au fondement des étapes de la pensée du concepteur à la pratique du projet, et l'intention de l'architecte sera introduite par une autre personne telle que l'infographe par exemple. (Amphoux. P, 2002) il s'agit en effet de développer un outil qui utilisera les indicateurs graphiques pour formaliser les intentions d'ambiance, ceci fut l'objectif des chercheurs.

- **La transdisciplinarité :**

Il est très évident que les descriptions des ambiances sont très complexes et difficiles, d'un côté les données sensibles de l'environnement qui nécessite des expressions graphiques et qui ne doivent pas être uniquement visuelle.

De l'autre, les modalités de perception basée sur l'expression scripturaire et exprimer par des signaux sonores, kinesthésique, ou autre.

Les différentes recherches élaborées par des laboratoire spécialisés dans le domaine des ambiances, prennent ce souci en considération, en variant les descripteurs liés aux caractéristiques des ambiances, d'un côté, les motifs, effets, figures...et de l'autre, les ambiants, les configurations spatiales, les entités architecturales significantes...

Tous s'efforcent à se mêler des données des mesures, des données observables liées aux usagers, et des données interprétables (esthétiques). L'enjeu des chercheurs et que ces descripteurs réels deviennent opérant lors de la conception (situation projetée).

La représentation des concepts issues des descripteurs se fera de deux manières, une première basée sur la définition transversale des concepts tel que : l'effet lumineux. Une seconde basée sur l'instrumentation multi-médiatique telle que : l'insertion dans des répertoires interactifs. (Amphoux. P, 2002)

- **Une nouvelle manière de concevoir :**

Les outils de la conception architecturale ne sont pas réellement destinés à la conception, ni d'ailleurs l'aide à la conception. Même si nous assistons à leurs développements technologiques, leurs crédibilités poseront problèmes quant au renouvellement périodique, qui causent un accès compliqué, une mémoire insuffisante, ou un temps d'apparition trop lent.

Les chercheurs proposent deux orientations pour leurs usagers :

- ✓ Développer les outils de mémorisation interactive : de tout type d'expérience en rapport avec l'ambiance exemple : (écrite, en image/sonore), (technique, sensible), ...cette orientation avait déjà été prise en considération, vu la palette très variées d'expérience sur le terrain, mais les données de mémorisation sont dans la plupart des cas confidentielles.
- ✓ Développer les outils de manipulation physique : élément du projet dans le monde virtuel qui s'applique dans notre réalité, la maquette réelle en trois dimensions est établie à partir des plans 2D, à notre époque et grâce au développement technologique c'est le plan la façade et la coupe qui sont établie à partir de la 3D de la maquette virtuelle. De ce fait nous pourrons facilement passer de la représentation visuelle (animée) à l'expérience virtuelle de demain. (Amphoux. P, 2002)

**Conclusion :**

La définition de l'espace architectural restera une des plus ambiguë, nous avons vue à travers ce chapitre les différentes structures de l'espace architectural, et grâce à la structure architecturale, nous avons pu conclure que l'importance en architecture ne réside pas seulement dans le concept architectural mais surtout la structure expérientielle. Cette structure permet par le biais du mouvement, de passer dans un lieu d'une situation à une autre.

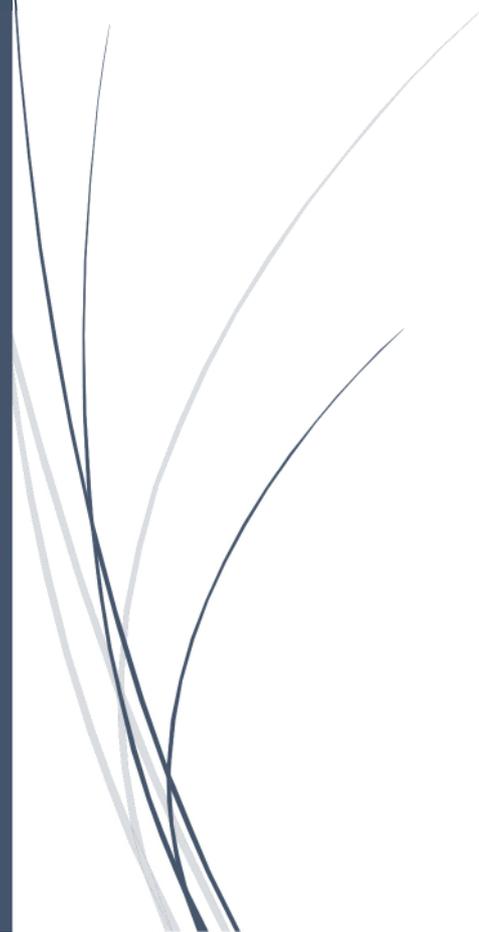
La structure expérientielle de l'espace est liée au domaine sensoriel, ce dernier ne peut être explorer que par l'étude des ambiances. Et nous avons pu grâce au leviers conceptuel de Thibaud, comprendre comment s'effectue le choix de la méthodologie adéquate pour chaque type de recherche, devant la palette variée des ambiances, les méthodologies employées pour

les études des ambiances varie aussi en fonction de la nature du signal, du coup, nous trouvons quelques ambiances visibles et d'autres invisibles, et pour ces dernières l'adjectif a joué un rôle très important pour leurs compréhensions. Vers la fin, nous pouvons dire que le développement de l'outils technologique a permis aussi le développement des outils d'évaluation de l'ambiance par d'autres moyens plus fiables, exactes, et très proches de la réalité, nous parlons ici des mesures, de la modélisation, de la simulation, ...dans notre thèse nous allons nous focaliser sur les ambiances dans les espaces architecturaux muséaux, c'est ce que nous allons développer dans le chapitre suivant.



CHAPITRE 02

**LES AMBIANCES ARCHITECTURALES  
DANS L'ESPACE MUSEAL**



**Introduction :**

Nous avons vu dans le chapitre précédent qu'appréhender l'espace par le biais des ambiances ne se fait pas de manière arbitraire, le chercheur doit d'abord faire un positionnement épistémologique qui découle de l'objectif premier de sa recherche, d'où les leviers conceptuels de Jean Thibaud.

La diversité des recherches faites sur les ambiances, émane de la diversité et des typologies variées de l'espace architectural, cette espace répond à une ou à plusieurs fonctions dont la structure expérientielle n'est pas des moindres. Nous avons choisi pour notre recherche l'espace muséal, qui d'un point de vue expérientielle est considéré comme étant un espace très riche de par les différents déplacements qui peuvent caractérisés son parcours. Dans ce chapitre nous allons nous focaliser sur les ambiances dans l'espace architectural muséal.

**1. De l'ambiance aux ambiances dans le musée :****1.1. L'environnement physique et la notion des ambiances dans le musée :**

Après avoir défini les ambiances architecturales et les paramètres qui leur sont relatifs ; nous passerons dans ce qui suit du général au particulier. Plus spécifiquement ; aux ambiances dans les espaces muséaux.

L'architecture muséale est une architecture qui a évolué à travers le temps, ceci est dû au rôle qu'elle joue dans la mise en valeur des collections, et la flexibilité qui caractérise son espace intérieur, auquel s'ajoute l'aspect architectural extérieure.

Il est à remarquer que devant la palette très variée des musées contemporains, la fréquentation est un critère très variable en passant d'un musée à un autre, elle est assujettie selon ...à la corrélation entre la forme générale et la fonction du musée, et c'est généralement les espaces d'exposition permanent qui définies au sein de la conception les éléments qui demeurent interchangeable dans le temps.

Maria Saraiva (2001) s'est interrogé dans son travail sur la nature de l'ambiance général dans le musée avec toutes ses composantes, ou il l'avait défini sous deux aspects : i) ambiance située : si on se concentre sur le visiteur, l'ambiance existera dans un espace précis et /ou elle est perçue pendant le temps d'une visite, ii) l'ambiance conçue : si on se concentre sur l'intention du concepteur de créer cette ambiance, et son intuition lors de la réalisation, les ambiances deviennent alors maîtrisées par le concepteur.

Elle cite deux type d'ambiants qu'on peut trouver dans tous les musées et qui sont : i) l'ambient objectal il est la présentation traditionnelle visant à valoriser l'objet exposé, cet ambient relève de la spatio-temporalité de l'objet et se basé sur l'expérience esthétique ou émotionnelle entre objet visiteur, ii) l'ambient fonctionnel : il recouvre tous les espaces parcourus par le visiteur à l'intérieure du musée, avant et après la visite. Il est souvent considéré au pluriel vu sa variété en matière de typologie d'espace par les quels le parcours passe, ces espaces rentrent dans l'expérience perceptive des visiteurs et peuvent l'orienter dans le choix ou dans les séquences d'exposition à visiter. Il est en plus de la dominance spatiotemporelle vue qu'il est inclus dans le programme (parcours conçu) et même après la réalisation (signalétique, avant annonce...). En plus du fait qu'il soit caractérisé tout comme

le premier ambiant de la dominante spatiotemporelle, il est aussi par l'existence de la dominante sensorielle qui dépend du visiteur, le parcours dans lequel il est intégré et s'oriente et ses modalités sensorielles.

Dans notre recherche nous allons résumer toutes les considérations d'ambiance en deux points :

- Le premier est celui qui considère l'ambiance lumineuse comme première ambiance traitée dans le musée : Cette ambiance est la plus dominante dans les musées car elle permet d'animer l'espace tout en le personnalisant, elle est d'une si grande importance, que plusieurs concepteurs en font leur priorité durant l'élaboration de leur œuvre architecturale.

L'architecture du musée a évolué à travers le temps, auparavant, le musée était une collection privée exposait dans les demeures princières en plus des œuvres d'art, nous trouverons le décor particulier des châteaux et demeures où l'on expose. Lorsque le musée avait été baptisé musée -palais classique, les conservateurs avaient accordé une attention particulière à la mise en scène, mise en lumière, et aussi déplacement du regard des visiteurs. De nos jours, le musée est un projet destiné au grand public, lieu de contemplation et de variété de parcours.

Dans cette catégorie la mise en place de l'éclairage par la lumière naturelle, rendra la forme significative, il s'agit ici d'une matérialisation de l'immatériel, nous passerons de la perception comme concept à la représentation. Nous assisterons ici à une appréhension de l'environnement physique par le sensible, ce qui nous permettra de créer des ambiances qualifiées. La lumière de ce fait donnera à lire les limites de l'espace.

- Le second est celui qui ouvre le volet de la variété ambiante dans l'espace muséal grâce à la muséographie, M. Meyer (2013) signale que la réussite de toute entreprise de muséographie est liée aux nombres de visiteurs et à leurs degrés de satisfaction, ces deux points sont très fortement liés au rôle de la communication qui est une condition primordiale lors de la rencontre entre le visiteur et l'objet exposé (Figure II.01)



**Figure II.01 : La réussite de l'entreprise de muséographie au Louvre**  
Source : [www.guillaumeleblanc.fr](http://www.guillaumeleblanc.fr) .2018

### **1.1.1. L'ambiance lumineuse :**

La lumière naturelle comme nous l'avons déjà cité dans la partie précédente est considérée comme une ambiance totalitaire dans le musée, cette considération renvoie d'un côté à sa nature qui tend à rendre visible tout ce qui ne l'est pas, et d'un autre côté, elle joue un rôle très

important dans la mise en valeurs de l'espace muséal par la création d'une nouvelle spatialité de l'espace architectural autre que celle dimensionnelle.

Dans les musées de notre ère, la valeur d'un musée dépend des bonnes conditions de présentation des œuvres d'art exposées, et du confort du visiteur au cours de la visite, ces deux ingrédients sont trop liés l'un à l'autre grâce à la lumière naturelle. Cette dernière est présente dans l'espace sous deux aspects : directe, et diffuse.

La qualité de l'exposition renvoie à l'absence d'élément qui nuit à la concentration du visiteur sur l'objet exposé sous cette lumière directe, nombreux travaux de recherche ont cité que ces désagréments sont souvent causés par la dominance de la luminance qui crée des contrastes, un contrejour, ou mêmes des reflets, tous dus à un mauvais positionnement de la source lumineuse qui provoque ce qu'on appelle le « bruit de fond visuel ».

L'explication de ce phénomène est liée au temps d'adaptation de l'œil aux différentes luminances, l'œil dans un premier temps se règle sur la luminance la plus forte, ensuite il fera l'effort de se régler sur l'objet à voir, cette variation crée des gênes ou malaises visuels.

La lumière diffuse quant à elle, semble être la plus recherchée dans le musée, vu que l'éclairage par la lumière diffuse est souvent travaillé en fonction des textures, des couleurs des matériaux et de leurs formes qui constituent des moyens de diffusion très variés donnant ainsi des ambiances différentes.

Quel que soit le type d'éclairage par la lumière naturelle dans le musée, les spécialistes tendent à chercher la création non seulement d'une ambiance optimale, mais aussi des paramètres qui n'agressent pas les œuvres d'art, nuisant ainsi sur leur durée de vie. Les œuvres d'art sont souvent sujets d'agression de plusieurs ordres (chimiques et mécaniques). Et la lumière naturelle surtout est souvent l'agent destructeur de ses œuvres, l'éclairage par la lumière naturelle directe, crée ce que les spécialistes appellent des effets thermiques dues aux radiations visibles et infrarouges, ces effets tendent à entraîner l'altération des couleurs. Ils se multiplient en fonction de la durée d'exposition, et à cause d'eux les spécialistes conseillent l'éclairage diffus afin d'éviter les effets du rayonnement.

Il est à remarquer que la lumière naturelle ne peut être employée toute seule dans l'éclairage des musées, elle est souvent accompagnée par l'usage de la lumière artificielle qui la remplace quand elle est inexistante ou insuffisante.

Dans notre travail nous allons nous focaliser sur la lumière naturelle.

#### **1.1.1.1. Les manières et les dispositifs d'éclairer par la lumière naturelle dans les musées :**

Nous allons dans ce qui va suivre parler des différents usages de dispositif d'éclairage par lumière naturelle, cette dernière comme nous l'avons mentionné se trouve sous deux aspects, i) directe : souvent utilisée, mais présentant parfois des gênes ou des effets secondaires sur les œuvres exposées, ii) indirecte : ou diffuse souvent recherché, vue les conditions

optimales d'exposition qu'elle offre, apportée souvent dans le musée par les jeux de réflexions multiples sur les surfaces des espaces.

Devant cette typologie de lumière naturelle au sein de l'espace, il existe une multitude des dispositifs sélectifs jouant le rôle de diaphragme, contribuant de manière directe à faire varier les ambiances lumineuses.

Nous nous sommes basés dans le recensement des dispositifs d'éclairage utilisé dans le musée sur la classification proposée par Pierre Lynde et Sylviane Mallaroni, dans l'article « Lumière naturelle et muséographie » publié dans la revue Techniques & Architecture n° 368, d'Octobre 1986. (Lynde et Sylviane, 1986). Déjà cité dans notre mémoire de magistère (Saraoui.S, 2011), cette classification n'est pas un inventaire définitif mais elle est considérée la plus complète.

D'un point de vue historique, la lumière était un élément important de l'éclairage dans les premiers musées qui utilisaient les grandes baies vitrées, vu que l'éclairage artificiel n'était pas aussi performant qu'à nos jours. Juste après les plafonds translucides et les verrières sont devenus très à la mode, l'usage de l'éclairage zénithal avait plusieurs objectifs : l'uniformisation de l'éclairage et réduire l'éblouissement dans l'espace d'exposition. Cependant dans cette période nous avons remarqué que les verrières n'étaient pas dotées de mécanisme sophistiqué qui permettraient de résoudre les problèmes soulevés dans les époques antérieures, et on se voit passé à côté de l'éclairage uniforme tant souhaité, des reflets et aussi des contrastes apparaissent au niveau de l'espace. Pour remédier à ça, les conservateurs de l'époque ont opté pour l'usage de quelques modifications au sein de l'espace afin de rendre l'exposition plus intéressante, ces interventions concernent la nature du sol avec l'usage de matériaux mat, et les surfaces de la paroi avec l'usage de la peinture absorbante des ultraviolets.

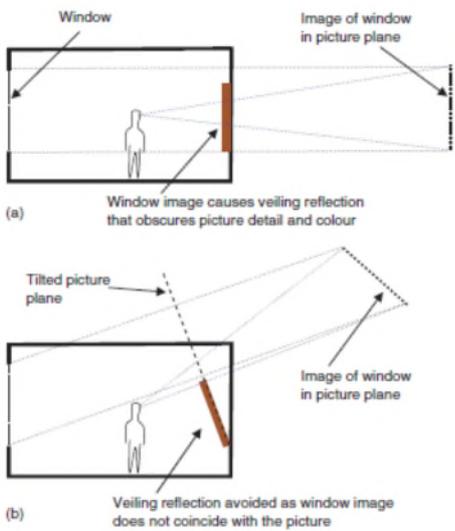
Dans l'ère contemporaine les recherches se sont améliorées et les dispositifs d'éclairage se sont multipliés, permettant ainsi une amélioration considérable des conditions d'exposition en tenant en compte la durée de vie des œuvres d'art.

Les types d'éclairage les plus connus selon Cuttle C (2007) incluent celui latéral (Tableau II. 01), zénithal (Tableau II. 02), et orienté ou combiné (Tableau II. 03).

#### **1.1.1.1.1. Dispositif de l'éclairage latéral :**

**Tableau II. 01 : Le récapitulatifs des Dispositif de l'éclairage latéral.**

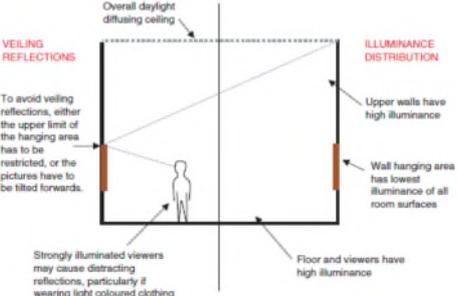
**Source : Auteur, 2013.**

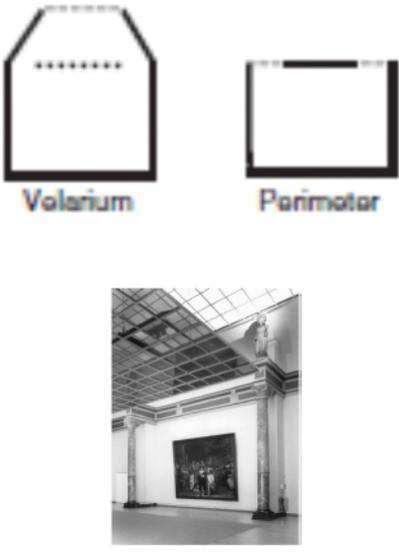
<p>Eclairage latéral simple</p>	 <p><b>Figure II. 02 : Eclairage latéral simple</b> Source : Cuttle C., 2007.</p>	<p>C'est le plus ancien type d'éclairage naturel, rencontré surtout dans les palais et demeures princières médiévales. Les premières collections d'art ont été recueillies par des aristocrates médiévaux, parmi les plus grands d'entre eux la collection des Médicis. Ce schéma montre le principe de ce type d'éclairage, il montre une coupe de la salle ou l'objet est fixée directement au mur (Cuttle .C., 2007).</p>
<p>Fenêtre d'angle</p>		<p>L'ouverture d'un espace est obtenue par la réduction de son degré de définition. (Cuttle .C., 2007).</p>
<p>L'ouverture latérale haute (lucarne) contrôlée</p>	 <p><b>Figure II. 03 : L'ouverture latérale haute (lucarne) contrôlée</b> Source : Cuttle C., 2007.</p>	<p>En 1780, La conception de la grande salle de l'académie royale et La Chambre de Somerset à Londres, avait été basée sur les lucarnes qui sont devenues extensivement utilisées dans des salles de vente d'art et dans les galeries privées (Cuttle .C., 2007).</p> <p>Trois dispositifs d'identification de la conception de Soane sont évidents :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les galeries de plan rectangulaire qui sont reliées par des passages arqués sur un axe central, fournissant des vues sur plusieurs espaces de galerie.</li> <li>• Le dessus de la corniche de chaque mur accrochant l'image est reliée à une lucarne centrale par une chambre forte en pente de plafond.</li> <li>• Une lucarne de moniteur avec des surfaces verticales glacées et un dessus opaque (Figure I. 07).</li> </ul>

**1.1.1.1.2. Dispositifs Eclairage zénithale :**

**Tableau II. 02 : le récapitulatifs des Dispositif de l'éclairage zénithale.**

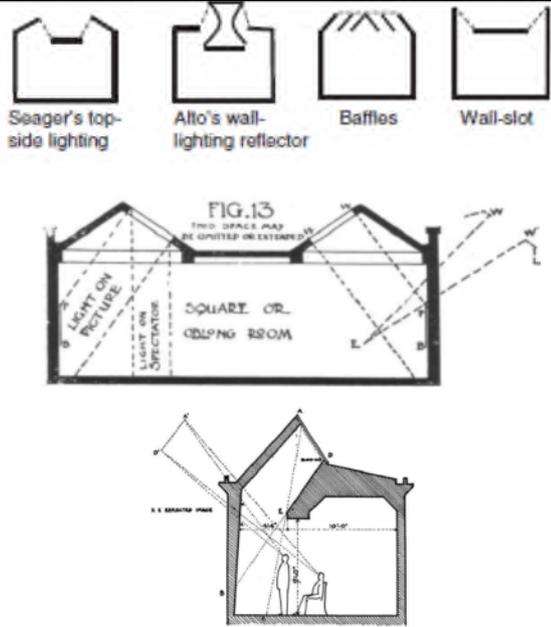
Source : Auteur, 2013.

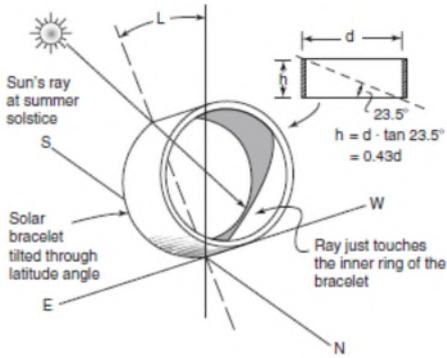
<p>Les puits de lumière centraux</p>	 <p><b>Figure II. 04 : les puits de lumière centraux</b> Source : Cuttle C., 2007.</p> <p><b>Figure II. 05 : Musée Pinakotek U. K</b> Source : Cuttle C., 2007.</p>	<p>Bien que les puits de lumière centraux viennent d'une nécessité formelle, leur problème est souvent lié aux proportions (Cuttle .C, 2007).</p> <p>Ce type d'éclairage avait été utilisé dans les anciennes galeries d'art, des éblouissements énormes peuvent apparaître autour de l'œuvre (Figure II. 04).</p> <p>Les grandes peintures ont besoin d'un grand espace pour qu'on puisse leur éviter des problèmes d'affichage (Figure II. 05).</p>
<p>Les plafonds diffuseurs de la lumière du jour</p>	 <p><b>Figure II. 06 : Les plafonds diffuseurs de la lumière du jour</b> Source : Cuttle C. 2007.</p>	<p>Le désir d'avoir de la lumière du jour, conjuguée à la nécessité des rayons directs du soleil, pourrait suggérer un nouveau dispositif ou il y'a une réponse aux deux exigences. Le puits de lumière et la diffusion de lumière serait des solutions évidentes. Toutefois, les exemples ne sont pas nombreux, et dans certains cas, ou la conception première était la lucarne, il y'a eu une transformation totale en un plafond totalement vitré (Figure II. 06) (Cuttle .C, 2007).</p>

<p>Les plafonds diffuseurs restreints à la lumière du jour</p>	 <p>Figure II. 07 : Les plafonds diffuseurs restreints de la lumière du jour Source : Cuttle C., 2007.</p>	<p>L'espace a une lucarne centrale au-dessous de laquelle un velarium gris en verre atténue la lumière sur la surface de plancher centrale ; alors que la lumière autour du périmètre du velarium, le long des murs, garderait la même couleur (couleur naturelle) (Cuttle .C, 2007).</p>
--	---	---

**1.1.1.1.3. Dispositifs de l'éclairage orienté et /ou composée :**

Tableau II. 03 : le récapitulatifs des Dispositif de l'éclairage orienté et /ou composée.  
Source : Auteur, 2013.

<p>Les murs de lumière</p>	 <p>Figure II. 08 : Les murs de lumière Source : Cuttle C., 2007.</p>	<p>Samuel Hurst Seager architecte de la Nouvelle Zélande qui a proposé en 1912 la méthode latérale d'éclairage supérieur pour les galeries d'exposition. Seager avait visité plusieurs établissements pionniers de l'art du monde et critiquait fortement ce qu'il avait vu. En qualifiant cela comme conditions défavorables appliquées à plusieurs chefs-d'œuvre dans nos collections d'art, il a donc visé quatre principes pour l'éclairage des galeries d'exposition. (Figure I. 12) (Cuttle .C, 2007).</p>
----------------------------	---	--

<p>Les lucarnes à orientation polaire (Nord)</p>	 <p><b>Figure II. 09 : La lucarne à orientation polaire (Nord)</b> Source : Cuttle C., 2007.</p>  <p><b>Figure II. 10 : La lucarne à orientation polaire</b> Source : Cuttle C., 2007.</p>	<p>Ce dispositif est basé sur l'utilisation des puits de lumière à orientation (Cuttle .C, 2007).</p>
--	--	---

### 1.1.1.2. L'éclairage muséographique :

Toutes les recherches dans le domaine muséal ont développé les pratiques muséales, d'où la muséographie, nous allons la voir en détail dans les chapitres qui vont suivre, mais dans cette partie nous allons nous focaliser sur l'influence de la muséographie sur l'éclairage en générale dans le musée.

Selon Jean Jacques Ezrati (2004) la lumière en muséographie, qu'elle soit naturelle ou artificielle peut contribuer à une meilleure explication et appréciation des œuvres exposées, et ce en guidant dans le parcours, et assurant de mettre le visiteur en osmose avec l'ambiance générale et le thème de l'exposition (Figure II. 11).

Entre visiteur et conservateur l'éclairage muséographique doit impérativement répondre à tous leurs besoins, parmi nous pouvons citer : le confort visuel, les conditions d'observation optimales, l'orientation claire et sûre au sein du bâtiment, l'atmosphère de qualité et la protection des œuvres ainsi que la rentabilité et la pérennité. (Bakdi, 2006)

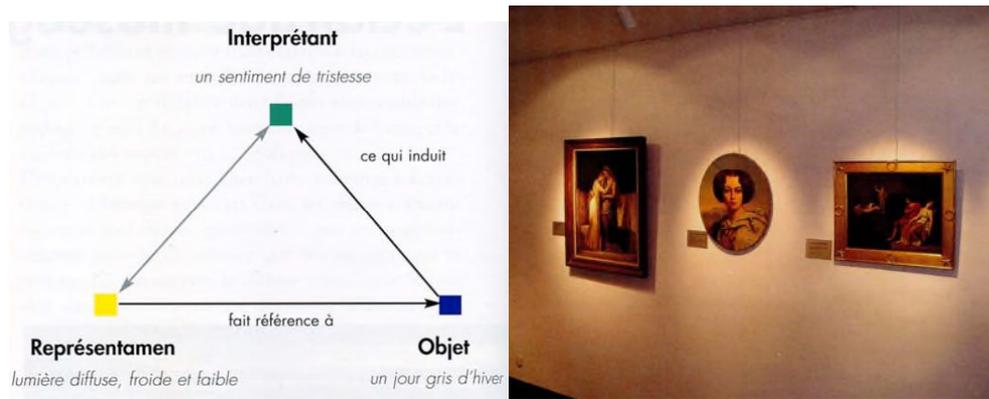


Figure II. 11 : Les principes de l'éclairage muséographique selon Ezrati

Source : La lettre de l'OCIM n°95, 2004

<https://ezrati-eclairage.weebly.com/eclairage-museacutegraphique.html>

### 1.1.2. L'ambiance Sonore :

De manière globale l'ambiance sonore est l'ensemble de sons générés dans un contexte, cette multitude de sons peut être naturelle (le son d'écoulement d'eaux d'une cascade, bruit des animaux, les sons de l'orage) créée par les humains (compositions musicales), un résultat de travail ou un bruit de l'industrie.



Figure II. 12 : Cité des sciences et de l'industrie. France

Source : cahier d'ethnomusicologie, 2013

Si la lumière était un des éléments les plus importants dans le musée, le son n'est pas un des moindres. Il existait depuis l'apparition des musées une seule manière d'aborder la question du son dans le musée qui est la voix du guide de visite (Figure II. 12), qui en fonction d'elle nombreux chercheurs en architecture estiment que le guide de visite est considéré comme une source sonore en mouvement au niveau du parcours muséal, reste selon la plupart des intervenants le moyen le plus rentable et le moins coûteux financièrement, si on le compare avec les nouvelles installations à haute technologie. (L. Martinez, 2003)

Nous allons exposer le travail de Cécile Corbel (2003) sur le son dans le musée, elle a choisi de travailler autour de deux axes qui sont :

- Le son comme langage muséographique.
- Le son comme patrimoine, ou sujet d'une exposition.

#### 1.1.2.1. L'importance du son et l'essence de l'ambiance sonore dans le musée :

Le son est très important même s'il n'est pas abordé dans l'exposition, il est présent pour la mise en conduite et le bien-être du visiteur. Alors si nous décidons de le prendre comme outil d'exposition, il faudra vérifier l'acoustique des espaces d'exposition.

Le son peut jouer le rôle d'espace de circulation, mettant en avant la notions d'actif ou passif, distinguant ente zones d'arrêt ou zones d'encouragement à bouger.

Le silence et aussi considéré comme un langage, il est parmi les outils les plus utile de la muséographie. Dans nombreux musées du monde « le passage de silence » est un espace dans l'exposition qui est considéré comme un sas d'où démarrera la promenade auditive, le silence aussi peut servir à créer des zones de pause dans des espaces sonorisés. (C. Corbel, 2003)

L'ambiance sonore est souvent conçue dans les musées par les muséographes autour de trois thématiques globales :

- Diffusée ou sourdine, simple accompagnant ou habillage, jouant ainsi le rôle de repère sensoriel confortable.
- Pour faire écho au thème exposé autour d'elle, créant des portes pour basculer d'un environnement sonore à un autre.
- Pour être un véritable outil de mise en scène, produisant un impact émotionnel fort.

Cependant l'existence du son dans le musée peut créer plusieurs problèmes liés à l'exposition :

- Rendre l'exposition banale, et tomber dans la facilité.
- Un simple collage et remplissage incohérent avec l'exposition, qui fausse le message

Une ambiance sonore réussie doit impérativement obéir à une logique de muséographie, et doit être cohérente avec les objets exposés, respectant la quantité, et le volume. (C. Corbel, 2003)

#### **1.1.2.2. Typologie des outils de muséographie sonore moderne :**

- **Le paysage sonore :**

C. Corbel (2003) trouve que le recours au paysage sonore est souvent exigé par la muséographie, cependant la taille de l'espace, la nature de l'exposition, influent sur ce choix. Le rôle du paysage sonore est d'emmener le visiteur vers des environnements de nature spatiaux temporelle.

L'exposition par technique de paysage sonore, fait vivifier les objets par : Les maquettes animées vivantes, l'évocation de la durée (le son est le meilleur marqueur de temps) et en donnant du mouvement à l'exposition.

Si l'exposition ne contient pas d'objet, le paysage participera à la création d'images mentales, agir comme une clé pour évoquer un lieu, en changeant la dimension de l'espace musée par le biais du son.

- **Les narrations du guide au guide audio :**

Les narrations existent depuis la création des musées et pratiqué par les guides.

De point de vue ambiantal le guide est considéré comme une source sonore en perpétuel mouvement, le rôle du guide est d'assurer la visite et le commentaire, par le biais de narrations ou d'explication d'un groupe de personnes dans le musée (Figure II. 13).

Il doit être au courant de tous les détails des éléments exposés, de leur essence jusqu'à leurs existences dans les musées.

Deux contraintes principales s'opposent à ce métier, d'un côté l'itinéraire de l'autre le temps, il doit impérativement gérer les deux afin que le visiteur soit satisfait de manière dynamique et pas ennuyeuse. (C. Corbel, 2003)



**Figure II. 13 : Les outils de narration**

**Source : [www.leberry.fr](http://www.leberry.fr), 2017.**

Dans les musées actuellement, nous assistons à une formation du guide, qui doit cibler plusieurs objectifs dont nous citons le fait de pouvoir répondre aux maximums de public, pour se faire, le recours au langues étrangères est plus que nécessaire.

La muséographie avait introduit actuellement l'audio-guide qui fut un succès pour les expositions des temps moderne. Mais le recours au guide restera plus que nécessaires dans plusieurs cas de figures, et pour ne pas l'enlevé complètement, nous assistons à la mixité entre l'humain et la technologie.

La narration prend plusieurs formes :

- Simples commentaires descriptifs
- Récits
- Fiction sonore avec scénarios élaborés....
- **Les objets sonores :**

Les sons dans l'exposition peuvent aussi jouer le rôle d'objets exposés s'agissant de : musiques, témoignage, voix, langue, bruits, silence.... Et peuvent constituer une 4<sup>ème</sup> dimension de l'espace architectural, ou son absence crée un déséquilibre dans l'exposition.

L'exposition basée sur la signalisation et la mise en évidence de ce qui va être écouté, l'installation des outils comme les réceptacles physiques ou les traitements des lieux participent pleinement à la réussite de l'exposition.

Deux procédés ou méthodes sont utilisées par les muséographes pour l'installation du son :

**a. Ecoute individuelle :** généralement par casque, cette méthode a l'avantage :

- De rendre l'écoute plus intellectualisée par rapport au son diffusée dans l'espace, qui pour certain être beaucoup plus un élément d'ambiance.
- Discutable, libre choix aux visiteurs d'écouter ou non.

Elle présente cependant quelques inconvénients nous citons le fait qu'elle soit concentrée et personnelle.

**b. Ecoute collective :** souvent utilisée dans le cas des paysages sonores reçus par les visiteurs et aussi par leurs corps, vu qu'elle devient une enveloppe sensorielle, cependant, nous constatons dans quelques cas les problèmes dus à la pollution sonore. Cette dernière peut être dans d'autres cas recherchés pour réussir une exposition. L'avantage de l'écoute collective repose sur

l'expérimentation et les échanges, nous écoutons et nous partageons ce que nous avons écouté, du moment qu'elle est une activité destinée au groupe.

Le choix entre les deux modes d'écoute est le travail de l'architecte ou le concepteur muséographe. Si nous cherchons des scénarios sonores simples on utilise le casque, dans le cas des jeux et des expériences sensorielles via la multidiffusion. (C. Corbel, 2003)

### **1.3. L'ambiance olfactive :**

C'est l'ensemble d'odeurs qui se trouvent dans un contexte donné et qui participent à la création des souvenirs liés à ce contexte, l'ambiance olfactive a une influence sur l'homme qu'il soit conscient ou pas et cette dernière peut être agréable (odeur de fleurs, parfums, produit de noyages) ou désagréable (cigarettes, égout, ordures...).

Les exigences liées au confort olfactif sont : ne pas sentir certaines odeurs désagréables et sentir certaines odeurs agréables.

L'ambiance olfactive n'a jamais été d'actualité dans le musée, mais avec les travaux de muséographie, nous avons assisté à la naissance de parcours olfactif dans les musées, les expériences sont multiples, et l'expérience sensorielle olfactive est ludique, elle plaît à tous. Ajoutant une interactivité au parcours dans le musée.

Les musées premiers de cette expérience tels que : Le Palais des Beaux-Arts de Lille , le Château de Chamerolles , ...ont mis en place des visites olfactives permettant aux visiteurs de découvrir les expositions avec tous leurs sens y compris l'odorat, ceci permettra au visiteur de découvrir et de décrire une œuvre d'art par l'odorat. Il s'agit ici d'associer œuvre d'art et odeur.

Nous citons aussi les musées des parfums qui commencent à voir le jour dans nombreuses villes tel que le grand musée de parfum à Paris (Figure II. 14), ce musée propose un parcours très original, où l'on peut voir, écouter, sentir et même toucher, et parcourir les parfums exposés selon une chronologie historique des plus anciens au plus récents.



**Figure II. 14 : De l'antiquité à nos jours musée des parfums Paris**

**Source: Thomas Raffoux 2017.**

### **1.4. L'ambiance tactile :**

La conservation des objets exposés avait été un but primordial dès le début de l'apparition des expositions, la dimension tactile de l'exposition avait souvent été ignorée par l'exigence de « pas touché » une exposition.

On assiste actuellement et dans de nombreux musées à l'apparition du parcours tactile qui au début était destiné aux personnes malvoyantes, mais avec le temps et le développement des dispositifs de l'exposition le parcours tactile ne concerne pas uniquement les personnes malvoyantes mais tous les visiteurs.

L'un des buts des expositions muséal est de conserver les objets. Pour y arriver ; il a fallu imposer des règles, dont l'une d'elles est de **ne pas toucher** ignorant ainsi la dimension tactile et son impact sur la transmission du savoir.

Le parcours tactile est adapté aussi bien aux aveugles qu'au public ordinaire, dans le but d'offrir des compléments, de faire passer aux visiteurs le plus de détails possibles sur l'œuvre exposée. (Le parcours tactile)

Nous citons à cet effet l'exemple du parcours tactile au sein même de l'exposition permanente dans le musée Museon Arlaten (Figure II. 15), avec des maquettes, des images tactiles, des échantillons à manipuler au bout des doigts.



**Figure II. 15 : L'introduction du tactile pour les malvoyants**

**Source : musee-lugdunum 2017.**

### **1.5. L'ambiance thermique :**

Il existe aussi un autre type de confort qui peut influencer la réussite de l'exposition, c'est le confort thermique. Ce confort est lié à l'ambiance thermique souvent très influencé par les choix de l'architecte lors de la conception en ce qui concerne les orientations le choix des matériaux ...il est principalement lié aux conditions de températures, d'humidité et de vent auxquels les usagers sont exposés, mais il concerne aussi les œuvres d'art et leurs vies, vue que dans le musée il faudra maintenir pour l'entretien des œuvres une température et une humidité relative précise.

Il est très important de préciser que la performance thermique dira autant sur la performance énergétique, Généralement exprimée en kilowattheures d'énergie primaire consommés pour 1 m<sup>2</sup> et sur une année (KWh-ep/m<sup>2</sup>.an), la performance énergétique désigne l'évolution de la température dans le bâtiment, elle se définit par le comportement thermique positif du bâtiment, qui par sa situation, ses matériaux et l'ensemble de ses installations( chauffage et climatisation), limitera la consommation énergétique du bâtiment et ce en augmentant les apports et en réduisant les pertes. (H.T ; Minassian, 2014)

Revenant au confort thermique, et commençant par les usagers, pour qu'on puisse parler d'une personne en condition de confort, nous devons calculer son bilan énergétique dans des conditions précise et dire s'il est équilibré. L'Énergie dissipée dans l'environnement par les

moyens d'échange (évaporation, sudation, conduction, convection, ...) doit être égale à celle produite par le métabolisme de la personne. (M. Le Guay, 2009)

Le confort thermique est lié à la performance énergétique, on cherche aujourd'hui à rendre la performance énergétique optimale, et c'est en améliorant le confort thermique que cela sera fait.

Les recherches dans le domaine thermique concernant le musée sans très rare et puisque on s'intéresse à l'espace contemporain nous citons le travail de **Philippe Rahm (2005)** dans lequel il parle de la naissance d'une nouvelle approche thermique avec le plan libre de le Corbusier, il part du constat que la manière de chauffer un espace passe par chauffer chaque sous espace séparément, et il propose donc avec le même principe du plan libre ou tout communie de chercher à penser à l'ensemble de la maison comme une atmosphère globale, cela a conduit à la naissance d'une nouvelle notion qui est **le paysage thermique**. Il s'agit ici de Penser l'architecture en termes de climat, ce qui signifie se projeter dans une autre spatialité, habiter l'espace intérieur comme une atmosphère, avec ses diversités de climats, ses variations météorologiques.

Philippe Rahm avait tout d'abord eu essayer de fonder un nouveau langage architectural lié aux aspects thermiques et inspiré des valeurs de l'invisible, il présenta alors l'architecture comme atmosphère (Surface / météorologique, Volume /atmosphère, Visible/invisible, Composition métrique/composition thermique), il utilisa par la suite les éléments physiques du climat comme dispositifs architecturaux (Pression/Dépression, Température, Humidité relative, Tracé des mouvements d'air, Stratification des températures).

Il adopta par la suite le concept du **Gulf Stream** qui se base sur : i) la création d'un paysage thermique invisible, complexe et riche, défini selon de multiple zones de différentes températures comme autant de climats, de sensibilités, de territoires, ii) Dans ce processus de conception architecturale, on crée d'abord une atmosphère, avant le programme, avant les formes spatiales, iii) C'est ensuite que le programme est placé dans l'espace, en y cherchant des convenances thermiques sensorielles qui croisent les critères de températures ambiantes localisées, habillement, activité physique et pure subjectivité.

Pour le cas des musées nous citons son travail réalisé sur la distorsion thermique pour la Galerie d'art contemporain, qui se passe d'abord par le zoning des activités, Définir l'espace par nuance de chaleur qui génère différentes zones et fonctions (Travailler assis : 21°C, Visiter en marchant : 16°C, Stocker : 12°C). Il a donc établi à partir de ces besoins une conception en fonction des températures de l'espace à concevoir.

Le travail de **Rahm** est plus qu'intéressant dans la mesure où il commence à analyser avant de concevoir et en fonction de ça il conçoit. Le constat fait sur le cas des musées européens, c'est que le volet confort thermique est souvent liée à la phase réalisation, l'architecte choisi les matériaux, propose une orientation particulière du projet et des espaces intérieurs, utilisent parfois les logiciels pour le calcul et l'estimation les bilans énergétiques liées à la thermique de son bâtiment, sauf que les vraies puissances de chauffage et de climatisation à installer son estimer une fois le projet réaliser.

### **1.6. L'ambiance formelle :**

Le lieu ne peut avoir une signification que si la matière l'exprime formellement, les cinq sens peuvent après la matérialisation du lieu révéler sa nature, ses couleurs, ses textures, ses odeurs, ... l'utilisateur de l'espace peut après un processus de perception, qualifier l'espace (froid, tempéré, ...) Grâce aux matériaux de construction, le construit devient perceptible à l'homme et interpréter sensoriellement par les cinq sens. (GILLIS, C.2014)

Selon IKNI et Cherrat (2014), L'architecte depuis la naissance du métier d'architecte cherchait que le caractère des matériaux perçu et mis en œuvre, soit exploiter pour la qualification de la forme architecturale et de l'espace. Le caractère d'un lieu ne peut être valoriser que par une symbiose entre la matière et sa mise en œuvre, qui grâce à la lumière quel que soit sa provenance crée une ambiance.

## **2. Absence d'une caractérisation topologique des ambiances :**

Nous précisons dans cette partie que nous allons développer uniquement trois types d'ambiances la lumineuse, la sonore et la thermique.

### **2.1. Etude de la lumière dans les travaux des architectes :**

Nos précisions que dans cette partie qu'il existe deux façons de faire, la première est celle des praticiens la seconde est celle des théoriciens.

#### **2.1.1. Les études des théoriciens :**

Dans un premier temps nous évoquerons les recherches des théoriciens. La liaison forte qui existe entre l'espace et le percement avait été montrée clairement dans toutes les études menées sur l'espace architectural et la lumière. En plus de son ambiguïté et de son aspect abstrait, l'espace n'est pas libéré par la lumière de ses limites métriques, il est cependant insufflé de vie grâce à la lumière.

Les études sur la lumière naturelle dans l'espace architectural s'intéressent à toutes les relations qui peuvent exister entre les deux concepts. Citant comme objet d'étude la conformation architecturale, qui selon Belakehal. A (2007), et en fonction des travaux de recherche de Arnheim (1986) renvoie à deux définition pour la même conformation. i) Le premier est extérieur, en relation au site, il se traite au niveau de la section réservée au contexte et environnement immédiat, ii) Le second est intérieur au sein de l'espace architectural, ou nous pouvons trouver les composantes spatiales des matériaux et la/ou les sources de lumière. La présente recherche traitera de la conformation intérieure, on entend par intérieur un enclos formellement délimité

A. Belakehal (2007) souligne que les ouvertures sont les éléments qui permettent à l'intérieur de la conformation d'être inondé par la lumière du jour à longueur de journée, Cette lumière sera en partie absorbée ou réfléchi après une petite durée de propagation dans un environnement.

La quantité de la lumière naturelle pénétrante dans la conformation est variable, cette irrégularité est due aux changements des caractéristiques de la fenêtre. Largeur, hauteur, profondeur et couleur des parois de la fenêtre ainsi que les protections solaires internes et externes. Il existe selon Belakehal (2007) trois types d'études qui sont (Figure II. 16) :

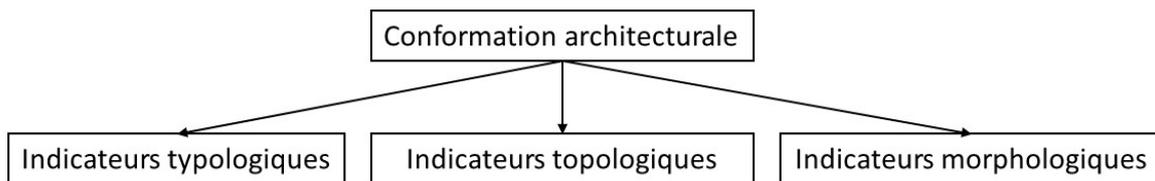


Figure II. 16 : Indicateurs de la conformation architecturale

Source : Belakehal. A, 2010.

Nous nous intéressons dans cette recherche à l'angle topologique qui a été développé dans le travail de Belakehal. A (2007), selon lui les indications qui peuvent être envoyées par la lumière géométriquement tel que : point, ligne et clôture...etc dans l'espace architectural peuvent définir les indicateurs topologiques dans la conformation architecturale.

Selon lui la lumière dans l'espace peut aussi spécifier certaines zones ou régions précises de la conformation en préservant leurs particularités symboliques, fonctionnelles ou autres (non-géométriques).

Entre autres, les propriétés topologiques telles que le degré d'ouverture ou de fermeture, des continuités ou discontinuités entre les différents espaces peuvent être prédits par les surfaces qui délimitent la conformation d'un espace architectural. (Belakehal, 2007)

### 2.1.2. Les études des praticiens :

En plus des facteurs typologiques et morphologiques, le facteur topologique était un élément majeur du traitement architectonique dans les travaux des architectes praticiens. Ces derniers parlent beaucoup plus de la possibilité formelle de la lumière, de la lumière en tant que forme, ou de l'ombre en tant que forme (Saraoui. S, 2011). Il existe un bon nombre de projets qui témoignent d'une réelle prise en charge de la lumière par leurs architectes concepteurs à travers une multiplicité d'approches conceptuelles, non pas comme un élément d'ambiance mais plutôt comme un matériau qui définit les limites de l'espace, ses composants, et qui laisse lire ses formes.

La lumière comme matière, c'est le concept que défendait Le Corbusier en 1923 dans son ouvrage "Vers une architecture" : "*L'architecture est le jeu savant, correct et magnifique des volumes assemblés sous la lumière*" et : "*Les éléments architecturaux sont la lumière et l'ombre, le mur et l'espace*". (Le Corbusier, 1977).

Dans toutes les conceptions architecturales, la lumière naturelle est désormais considérée comme un matériau de base et devient même prioritaire dans les programmes d'architecture contemporaine. C'est suite au développement des techniques de construction ainsi que l'évolution des matériaux que la façade s'est complètement libérée des contraintes structurelles, offrant ainsi aux concepteurs toute la latitude de travailler aisément la peau de leur produits architecturaux en jouant sur le plein et le vide et en régulant la taille des baies selon le besoin en lumière et en répondant aux vues.

Depuis le XIX<sup>ème</sup> siècle, les systèmes constructifs "poteaux-poutres" qui ont pu libérer les façades des contraintes de portée périphérique, ont donné naissance à une nouvelle dialectique architecturale entre l'intérieur et l'extérieur. Les vues et la lumière sont devenues des éléments

incontournables dans la perception des espaces qui prennent une nouvelle dimension sensorielle.

La relation entre extérieur et intérieur est subordonnée au degré d'ouverture dans les parois, du nombre de percements et de la porosité du bâtiment, elle se concrétise par la perméabilité visuelle et par la pénétration de la lumière, ce qui implique de nouveaux concepts architecturaux tel que, la transparence, la continuité et la lisibilité. (Plummer, 2003)

### **2.1.3. Absence de théorisation topologique pour l'ambiance lumineuse :**

Les critères topologiques relevant de la topologie mathématique sont quasiment absents dans les travaux des théoriciens de l'ambiance lumineuse, dans nos différentes lectures et analyses sur les travaux de théoriciens, nous remarquons que la lumière est souvent analysée sous un angle typologique, morphologique, mais rarement topologique.

Nous avons constaté la naissance d'une nouvelle tendance chez les architectes modernes, ou la multiplicité des contrastes entre ombre et lumière causait par le nombre important des percements, produit des jeux de lumière très formels, et topologiquement très signifiants, de ce fait la relation ombre/lumière /forme deviendra alors plus significative lorsqu'on parle d'une portion de l'espace et non pas toute l'étendue de surface, le contraste devient plus défini.

### **2.2. Etude du son dans les travaux des architectes :**

Liée au domaine sensoriel, la notion du son en architecture est traitée sous deux aspects, l'aspect objectif et l'aspect subjectif, ceci prouve que le son peut être expérimenté de manière expérientielle et scientifique. L'espace architectural est souvent conçu en fonction de son contexte environnement, L'ambiance sonore dépend du background des sons qui caractérisent ce contexte, ce background est très varié comportant beaucoup de facteur.

Il est à préciser que pour le son, nous n'avons pas constaté de grandes différences entre les praticiens et les théoriciens de l'architecture.

Alla Ching-Shan Cheung (2005) explique dans son travail de recherche que le son est apprécié pour ces caractéristiques qualitatives si on explore les différentes façons de le percevoir et de le décrire, cette perception s'inscrit dans une perspective subjective du moment qu'elle est personnelle. Les caractéristiques quantitatives du son par contre sont liées aux calculs et aux mesures mathématiques sans la moindre implication de l'avis personnel d'un usager.

L'architecture est considérée comme une sculpture située entre la vision et le son, elle est le modulateur de l'espace occupé par le son, A.C.S Cheung (2005) explique que l'architecture reçoit l'impulsion des collisions et la transmet à d'autres particules, transmettant ainsi les ondes sonores affectées. Dans l'espace contemporain on assiste à la naissance d'un nouveau concept en architecture appelé « l'art sonore », il s'agit en effet de créer une relation artistique entre le son et le continuum espace/temps/ mouvement du corps. Les chercheurs sous cet angle se sont intéressés aux façons dont le son peut régir le mouvement, le flux, la circulation. A.C.S Cheung (2005) cite pour ce fait quatre travaux de recherche qui sont répartis comme suit : i) la relation dynamique entre le son et l'architecture : Bernhard Leitner, Murray Schafer, ii) l'architecture sonore : le Corbusier, et enfin John Cage et Pierre Schaeffer

Les relations entre l'espace architectural et le son sont liés à l'usager et à ses mouvements dans l'espace, dans son travail Bernhard Leitner a considéré le corps humain en perpétuel

mouvement dans l'espace, comme une grande oreille dans un environnement perméable, qui lui permet de définir un espace sonore avec des points et des lignes temporaires qui se déploient dans le temps tout comme la musique. Murray Schafer, quant à lui avait considéré la conception d'un projet architectural dans un contexte donné comme un instrument de musique sur lequel on joue dans un environnement. Le son jouera le rôle d'un trait d'union entre l'œuvre architectural et son site environnant. Murray Schafer montre ainsi que Les oreilles aussi bien que l'œil doivent s'engager davantage dans la conception, et le son aura sous cet angle de vue un potentiel puissant.

Pour ce qui est de l'architecture sonore, qui se basait sur les qualités immatérielles du son, le Corbusier avait mis en exergue le concept de « l'alchimie » qui reviendrait à une participation du son dans la création des perceptions différentes dans l'espace architectural. C'est dans le Philips Pavilion, que le Corbusier à côté d'Ioannis Xenakis et Edgard Varese avait traité ce qu'il a appelé l'expérience auditive et visuelle. Le Corbusier avait conçu un poème électronique en dessinant des scénarios de chevauchements créé par les différents paysages sonores, les scénarios placent les auditeurs de la musique dans plusieurs endroits où chaque un aperçoit la musique différemment des autres. L'espace acoustique pour ce projet selon le Corbusier se divise en zones spatiales non homogène et différentes, et le sont une fois transformé par l'espace et sa matière dans le temps apporte à l'utilisateur une nouvelle expérience différente de ce qu'il a vécu auparavant.

Pierre Schafer quant à lui propose un son sans sa source, créant ainsi le concept « d'objet-son » détaché de toute association avec sa source ou sa cause. Considéré le son comme objet le rendrai donc apprécié pour ses propriétés acoustiques essentielles et non par rapport à l'instrument ou à la cause physique qui l'a fait naître, il se basera sur l'exemple de la musique qui est appréciée pour ce qu'elle est dans son ensemble et non pas en rapport avec les instruments qui la produisent, le son deviendra dans ce cas l'élément principal, et sa source un élément secondaire.

Nous avons remarqué à travers la palette d'étude variées proposée par A.C.S Cheung (2005) que l'utilisateur de l'espace est considéré comme point de réception fixe ou en perpétuel mouvement. Autrement dit le son gagne en signification à travers l'expérience personnelle du spectateur.

### **2.2.1. Absence de caractérisation sonore topologique :**

L'approche topologique du son n'a pas été citée dans les travaux d'architectes traitant de l'espace architectural et urbain. Cependant la notion de la topologie sonore existe dans les autres domaines,

Elle avait été initiée par Nicolas Schöffer (1972) dans sa proposition de « la ville cybernétique », il concentre la réflexion autour du son, le considérant comme un matériau important au sein de l'espace tout comme le temps ou la lumière. La topologie audible est présentée sous deux aspects, l'aspect naturel lié aux bruits de la nature, et l'aspect artificiel qui reviendrait à une réflexion du bâtisseur sur la création d'un planning sonore qu'il a proposé pour la ville cybernétique. La topologie sonore quant à elle repose sur des complémentarités de la réflexion du concepteur d'abord en macro entre l'agglomération et son environnement, ensuite en micro entre les périodes diurnes et nocturnes.

**2.3. Etude de la thermique dans les travaux des architectes :**

L'ambiance thermique est souvent liée à la notion de température, dans la conformation une augmentation ou une réduction de la température peut affecter l'ambiance thermique et avoir aussi une influence sur le confort de l'utilisateur.

Les théories liées au domaine de l'architecture ne mettent pas en avant les caractéristiques thermiques de l'architecture, l'ensemble des réflexions élaborées constitue ce qu'on appelle un outil d'aide à la conception optimale thermiquement, si on parle d'orientation, des matériaux, ou même de la notion d'ouverture sur l'extérieur, ce qui rend la notion de topologie thermique inexistante dans les travaux d'architectes et d'urbanistes.

Cependant la notion de topologie thermique caractérise les enveloppes architecturales et très développé dans le domaine de la physique du bâtiment.

**2.3. Etude de l'odorat dans les travaux des architectes :**

L'ambiance olfactive est une ambiance très rarement étudiée par les architectes, ce qui contribue à une absence totale de caractérisation topologique.

**Conclusion**

Le musée est considéré comme un environnement sensible, il est l'équipement destiné au public, qui a son propre espace privé. La variété des ambiances dans les musées ne pose pas problème, ce qui pose problème c'est la maîtrise de ses ambiances par le concepteur lors de l'acte de création, ou par les spécialistes muséographes afin que le visiteur puisse effectuer sa visite dans une situation de confort.

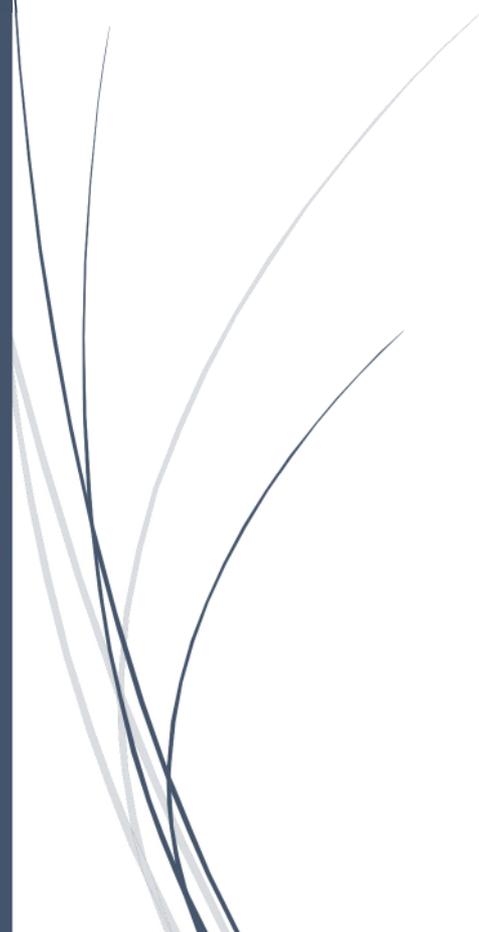
Les ambiances sont donc étudiées par les chercheurs sous différents angles, ce que nous avons remarqué c'est l'absence totale de caractérisation topologique, et même pour les cas d'ambiance qui existent elle reste juste liée au volet mathématique sans aucune précision.

Devant l'ambiguïté de cette caractérisation, nous allons essayer de voir de près cette notion, une exploration dans le domaine de l'architecture en quête d'une définition claire de la topologie qui pourra avoir une relation avec les ambiances permettant cette caractérisation s'avère plus qu'opportune.



CHAPITRE 03

**TOPOLOGIE, ESPACE, AMBIANCES**



## Introduction

Les architectures topologiques sont topologiques dans leurs processus de conception ou dans leur produit final de la conception (le projet, la construction, etc.). Une caractéristique principale de la topologie est la flexibilité et la puissance du changement, tandis que les propriétés matérielles obligent presque toujours l'architecture à être un phénomène rigide et ferme. C'est de là que naît le paradoxe de la topologie en architecture.

La réalité topologique se situe entre la limite de la géométrie euclidienne et la géométrie non euclidienne, ce qui rend la définition de la notion, l'approche ou même le concept de topologie en architecture très ambiguë est souvent lié aux mathématiques.

Ce qui est sûr c'est que pour la définir il nous faudra un retour sur toutes les définitions déjà effectuées par les chercheurs du XIX<sup>ème</sup> siècle. Un siècle caractérisé par le développement de la technologie informatique qui a permis un avancé sans précédent dans les outils de conception et de modélisation.

### 1. Apport de la topologie mathématique à l'espace architectural

La signification de la topologie en mathématiques, parce que ce mot est à l'origine emprunté aux mathématiques, est liée à la résolution d'une problématique urbaine.

*« La topologie est l'étude mathématique des propriétés qui sont conservés après des déformations, torsions, étirements d'objets. Les déchirements, cependant, ne sont pas autorisés. » - Wolfram Math mondiale*

Il est évident que ces propriétés sont très différentes des propriétés que la géométrie euclidienne ordinaire utilisait, En géométrie euclidienne ordinaire, vous pouvez faire bouger des objets et les retourner, mais vous ne pouvez pas étirer ou plier. C'est ce qu'on appelle « congruence » dans la classe de géométrie. Deux choses sont congruentes si vous pouvez jeter l'un sur l'autre de manière à ce qu'ils correspondent exactement. Mais être « topologiquement équivalent » est différent d'être « congruence » : Intuitivement, deux espaces sont topologiquement équivalents si l'on peut déformer un objet dans l'autre sans le couper ou le coller.

Malgré la complexité et la sophistication de la topologie elle s'est développée très tardivement dans l'histoire des mathématiques. Et pourtant comme nous l'a montré Piaget la topologie correspond à nos premiers stades de perception. Citant l'exemple des enfants qui sont beaucoup plus sensibles que les adultes aux caractéristiques topologiques qu'aux caractéristiques géométriques des formes. (Corcuff, 2007).

D'après Corcuff (2007) la topologie se situe en amont de la géométrie. Elle est considérée comme une sorte de géométrie sans mesures. La géométrie se définit par les groupes des isométries (déplacements et antidéplacement) considérant toutes les figures géométriques inchangées par ses transformations comme superposables. La topologie quant à elle se définit par les homéomorphismes, considérant toutes les figures géométriques ayant subi des transformations telles que : étirement, rétraction, courbure, pli, froissement, etc. comme des figures équivalentes. Les déformations de la topologie doivent être continues, si jamais la figure est coupée on ne parlera pas alors de topologie.

Le mot variété en topologie renvoie à tout ce qui est continu ou sous-continu. Ce qui fait de la topologie une des notions les plus intuitive des mathématiques, en s'intéressant à des notions comme celles de voisinage, de bord ou d'intérieur et extérieur, et de connexité, trou, convexité, concavité, etc., ces propriétés sont très primaires de l'espace et des formes, c'est des propriétés auquel s'intéressent la géographie et l'architecture.

Corcuff (2007) trouve que le fait que la topologie se passe de la mesure, ne veut forcément pas dire qu'elle ne comprenne pas des notions reliées aux nombres, tels que mesurer dénombrer qui sont deux choses différentes. La topologie soutient dans sa définition les opérations séparées à l'exemple des nombres entiers, qui sont considéré dans le langage topologique de nature non connexes (chaque numéro à ses propres caractéristiques).

L'explication de la topologie est souvent liée à la notion du nombre paire, puisque pour une figure géométrique donnée il existe un seul intérieur et un seul extérieur, et pour franchir sa frontière et revenir sur le point de départ nous devant effectuer le même déplacement deux fois (un aller et un retour). Cette manière de faire renvoie à un théorème qui constitue la base de la définition de la topologie mathématique qui est le problème des ponts de Königsberg (Figure III. 01), qui se pose la question sur la possibilité d'effectuer un parcours fermé d'une ville en traversant ses sept ponts chacun une seule fois. (Corcuff, 2007).

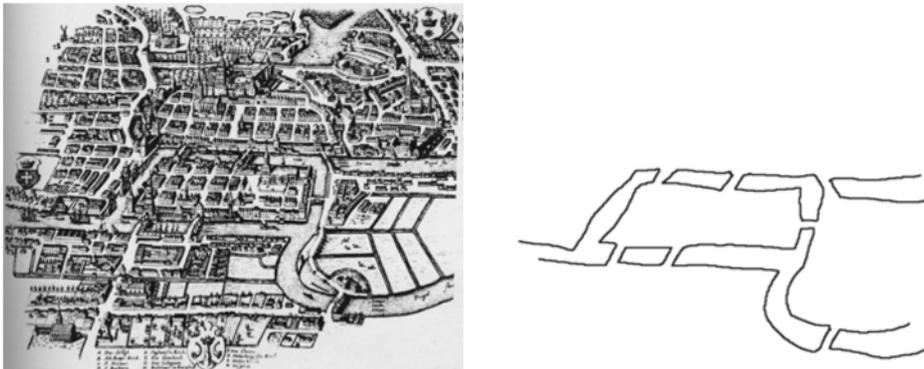


Figure III. 01 : le problème des 07 ponts  
Source : Larousse, 2008.

## 2. De la géométrie Euclidienne à l'espace topologique

### 2.1. La topologie métrique mathématique :

#### 2.1.1. L'espace métrique topologique :

La première structure topologique connue dans l'histoire des mathématiques est le concept d'espace métrique. La définition de l'espace métrique est proche de l'intuition géométrique. Ceci est du au fait que les propriétés topologiques sont définies à partir d'applications nommées distances ou métriques.

#### 2.1.2. Les variétés topologiques :

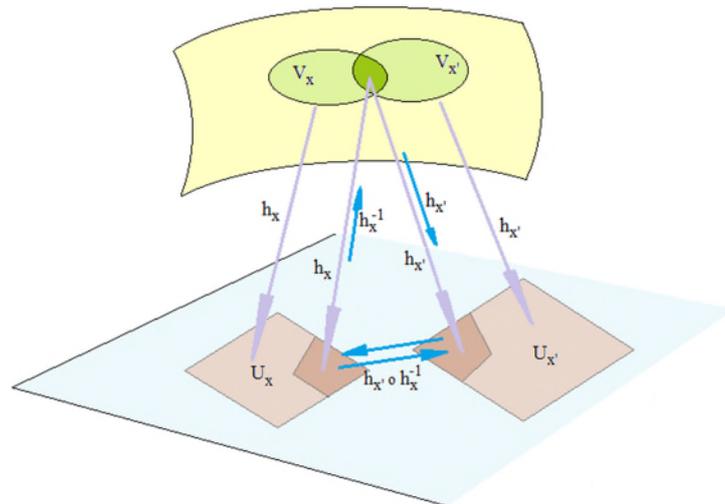
Serge Mehel cité dans un travail traité par F. Laudenbach en 2016, il admet que pour une vue face à face sur la terre, en chaque point d'une surface donnée, votre voisinage est localement homéomorphe, formant une sphère  $R^2$ , telle un disque. Si je pars d'un plan, le disque est une carte en 2D. La superposition de tous les disques forme un atlas, qui a la forme d'une sphère 3D.

Lorsqu'une variété est étudiée comme un sous-ensemble ("immergé" dans un espace le contenant), elle peut être bornée et avoir des points limites qui composent sa frontière d'après la définition précédente. Chaque point  $v$  admet qu'un l'homéomorphisme de voisinage ouvert à un ouvert de  $R^n$  n'est plus approprié, car tout voisinage du point frontière débordera dans l'espace environnant. Nous convenons de distinguer trois types de variétés topologiques :

- **Les variétés closes** : compactes, au sens topologique de fermées et bornées, comme la sphère ou le tore qui sont des variétés de dimension 2. Elles n'ont, concrètement, pas de bord ou d'extrémité. La définition donnée convient.
- **Les variétés ouvertes** : entrent dans cette catégorie les variétés non compactes, comme certains ouverts de  $R^n$ , par exemple, dans  $R$  : l'intervalle  $] -1,1[$  de dimension 1, dans  $R^2$  : le disque  $x^2+y^2 < 1$  de dimension 2, dans  $R^3$  : la boule unité ouverte  $x^2+y^2+z^2 < 1$ , de dimension 3. Une telle variété n'a pas de bord au sens mathématique car il est réservé à des variétés fermées. La définition donnée convient là encore.
- **Les Variétés sur l'arête** : L'arête (ou frontière) d'une variété fermée (au sens topologique) est une collection de ses points limites, également appelés points bordants. Comme mentionné ci-dessus, nous les identifions spécifiquement par le fait que tout voisinage du point frontière débord dans l'espace environnant, ce qui est différent d'une surface fermée, où tout voisinage de n'importe quel point  $y$  est complètement contenu.

#### 2.1.2.1. Théorème d'homéomorphisme de Brouwer :

Le **ruban de Möbius** est une variante bidimensionnelle (de surface) non orientable, avec un seul bord, La bouteille de Klein est une surface  $R^4$  fermée et non orientable. Sa représentation 3D est une vue de la pensée : en  $R^3$ , en  $R^3$ , elle ne peut représenter aucune surface sans bordure non orientable. Revenons à notre carte locale : par formalisation, la carte locale est représentée comme, pour chaque  $x$ , un couple  $(V_x, h_x)$  où  $h_x$  représente un homéomorphisme et est associé au voisinage  $V_x$  (ouvert) de  $x$ , qui est appelé un domaine de carte. Nous définissons l' $U_x$  ouvert de  $R^n$ . La famille de cartes  $(V_x, h_x)$  est l'atlas de  $v$ .



**Figure III. 02 : représentation schématique d'un homéomorphisme**  
 Source : Laudenbach F, 2016.

Par souci de simplicité, nous supposons  $n = 2$  et considérons la figure ci-dessus : à travers  $h_x^{-1}$ , l'inverse de  $h_x$ , tout point  $M$  de  $V_x$  peut être attribué à une paire de coordonnées générées par le point de  $U_x$  de  $\mathbb{R}^2$ . Cependant, lorsque cette intersection n'est pas vide, il y aura un problème avec le point  $V_x \cap V_x'$  : cette paire de coordonnées ne sera pas unique (voir la figure ci-dessus) : l'autre paire de coordonnées sera dérivée de  $U_{x'}$  : nous parlons de coordonnées locales, qui dépendent de la carte utilisée.

**2.1.2.2. Passage d'une carte à l'autre :**

L'application  $h_x' \circ h_x^{-1}$  envoie  $h_x(V_x \cap V_x') \subset U_x$  sur  $h_x'(V_x \cap V_x') \subset U_{x'}$  (marron ci-dessus) et permet de passer d'une carte à une autre. En identifiant un point dans  $U_x$  avec une paire de coordonnées  $(u_1, u_2)$ , on obtient son image  $(u'_1, u'_2) = h_x' \circ h_x^{-1}(u_1, u_2)$  dans  $U_{x'}$ , fournissant les coordonnées relatives à  $M$  Sur la carte  $(V_x, h_x)$ .

Ce changement de variables doit être obtenu dans une certaine mesure par l'homéomorphisme composé  $h_x' \circ h_x^{-1}$ . Nous déduisons que si les deux homéomorphismes des changements des applications  $h_x' \circ h_x^{-1}$  et  $h_x \circ h_x'^{-1}$  sont différentiables, alors les deux applications  $(V_x, h_x)$  et  $(V_x', h_x')$  sont compatibles de. Si les changements de carte de tous les  $V_x \cap V_x'$  non vides sont différents, alors l'atlas peut être considéré comme distinguable.

**2.1.3. Variété différentiable :**

Si la variété est une différentiable de type  $C_p$ , cela signifie qu'on peut l'associer à un atlas différentiable de type  $C_p$  ( $p$  fois continûment différentiable). La variété d'analyse est une variété de catégorie  $C^\infty$ . (F. Laudenbach, 2016).

**2.1.4. Homéomorphisme :**

En topologie, l'homéomorphisme est un graphe bijectif continu d'un espace topologique à un autre, et sa bijection réciproque est continue. Dans ce cas, les deux espaces topologiques sont appelés homéomorphismes. Le concept d'homéomorphisme est un concept correct. On peut dire que deux espaces topologiques sont "identiques", mais ils sont différents.

Le concept d'homéomorphisme est un concept correct. On peut dire que deux espaces topologiques sont "identiques", mais ils sont différents. C'est pourquoi les homéomorphismes sont des isomorphismes de catégories d'espace topologique. (F. Laudenbach, 2016).

### 2.1.5. La topologie mathématique en architecture :

#### 2.1.5.1. La classification architecturale par la topologie formelle :

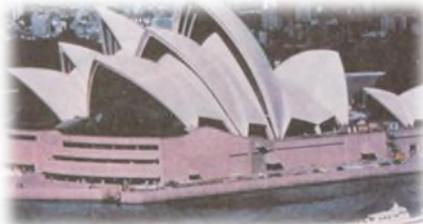
H. Ibrahim (1997) estime que la complexité de la forme est la complexité de la topologie, car avant d'examiner la forme d'un bâtiment, nous pouvons tirer quelques observations utiles sur la forme abstraite, en particulier les facteurs qui affectent sa complexité. La complexité de la forme est liée à la difficulté de comprendre la forme telle qu'elle est comprise par l'observateur. Elle est affectée par deux facteurs principaux : i) l'angle du spectateur et sa compréhension de la forme, et ii) la quantité d'informations visuelles sur la forme qui lui est présentée. Bien qu'un cube ait plus de surfaces et donc plus de lignes et de sommets qu'un tétraèdre, pour la plupart des observateurs, le cube ne semble pas aussi complexe qu'un tétraèdre (pyramide triangulaire) (H. Ibrahim, 1997).

C'est parce que les gens utilisent des boîtes au lieu de pyramides comme formes dans leur vie quotidienne. D'autre part, la difficulté à comprendre la forme augmente à mesure que la quantité d'informations visuelles présentées à l'observateur augmente. Lorsque les gens sont également conscients des deux formes, celle qui présente la plus grande quantité d'informations visuelles (plus de surfaces, de lignes, de sommets, de textures, de couleurs, de détails) demandera plus d'efforts à comprendre. Après une longue période d'analyse des bâtiments à travers le monde, H. Ibrahim a réussi à établir ce qu'il a appelé "des types basés sur des formes topologiques" (Tableau III. 01).

**Tableau III. 01 : la synthèse de la définition de H. Ibrahim.**

**Source : Auteur, 2012.**

<p><b>a) - Formes rectilignes</b></p> 	<p>La caractéristique la plus distinctive de la forme linéaire est sa surface plate le long d'une direction non incurvée. Généralement, la forme linéaire est une forme régulière. Vous pouvez générer des formes régulières en développant ou en faisant pivoter des formes régulières (par exemple, des triangles, des rectangles ou d'autres polygones).</p>
<p><b>b) - Forme combinée</b></p>	<p>C'est une forme produite par la combinaison de plusieurs formes : selon le principe de H. Ibrahim, elle a une certaine forme au centre d'une surface donnée, et une</p>

	<p>autre forme est ajoutée à la surface. La relation entre la forme source et la forme supplémentaire dépend de la relation entre le parallélisme mathématique ou la perpendicularité.</p> <p>La forme originale est contenue dans la forme combinée, de sorte qu'elle ne peut plus lire ses limites, absorbée par la nouvelle forme, et la nouvelle forme est irrégulière. En un sens, elle ne peut pas détecter sa limite d'origine.</p>
<p><b>c)- Formes curvilignes</b></p> 	<p>La forme incurvée fait référence à une forme ayant une surface incurvée. Étant donné que les formes courbes sont généralement plus chères que les formes droites (prix de construction), elles sont moins courantes que les formes droites. La forme de la courbe est très diverse et peut être subdivisée selon de nombreux facteurs. On peut commencer par faire la distinction entre une forme unique et plusieurs formes. Une forme de courbe simple peut être définie comme une forme de courbe sans point d'inflexion, c'est-à-dire que la direction de la courbe ne change pas.</p>
<p><b>d)- Formes composées</b></p> 	<p>Ce groupe de formes comprend une variété de combinaisons possibles de différents types de formes, telles que organique/droite, combinaison/courbe et courbe/droite. La dernière combinaison est la combinaison la plus courante de toutes les formes composées. De nombreuses mosquées et églises combinent des éléments courbes (dômes) avec des bâtiments droits.</p>

Alicia Imperiale (2000) était parmi les premiers architectes qui ont fait des essais sur la définition de la topologie en architecture, dans son livre « New Bidimensionalities » il définit la topologie comme l'étude des déformations continues. Le point important dans la définition de Imperiale est que la qualité « dynamique » en forme topologique est obtenue par extraction des différents domaines de l'espace et du temps ce qu'il appelle « des déformations » espace-temps, et de leur insertion dans une structure qui est mobile. Ainsi, nous pourrions constater que la structure topologique est l'histoire mémorisée en continu des déformations de formes topologiques.

*« La topologie est l'étude du comportement d'une structure de surfaces soumises à la déformation. Les surfaces enregistrent les changements des différents décalages dans l'espace-temps de manière continue ... »*

Giuseppa Di Cristina souligne dans la préface de son livre « L'architecture et la science » que la topologie architecturale est une « variation dynamique de la forme », liée aux conditions de « l'événement », « l'évolution » et « le processus ».

Cohen P S (2001) professeur d'architecture décrit la topologie en l'architecture, comme une comparaison entre plusieurs typologies. Ce qui distingue cette description de la topologie des précédents, c'est que dans la théorie de Cohen les transformations qui se produisent dans des bâtiments différents et conduisent à la naissance de plusieurs bâtiments.

*... la topologie en architecture, implique plus exclusivement la mesure et / ou la procédure de transformation d'éléments le transformant d'un bâtiment à un autre.*

Cependant, Kotnik T. (2010) l'auteur de « La topologie de type » estime que le seul but d'introduire la topologie en architecture a été « de surmonter les stratégies dialectiques d'homogénéité ou hétérogénéité », qui ont dominé le débat architectural au long du 20<sup>e</sup> siècle. Il pense aussi que l'architecture actuelle n'est pas vraiment basée sur la topologie, mais sur les systèmes dynamiques différentiables et leur relation avec d'autre théorie, comme la théorie du chaos et de la géométrie fractale. Suggérant ainsi qu'une approche topologique de l'architecture ne doit pas être considérée comme une forme génératrice d'outil, mais comme une forme abstraite pour penser à structurer les perceptions sensorielles et rationnelles d'une manière spatiale.

### **3. La topologie dans la pensée architecturale (entre théoriciens et praticiens) :**

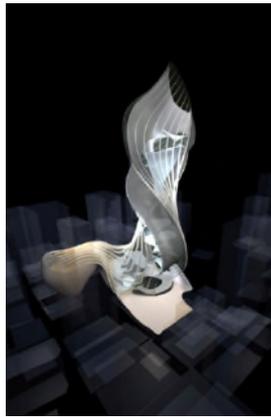
L'apparition des pensées topologiques dans les pensées architecturales contemporaines a donné naissance à deux courants. La première tendance est celle des architectes déconstructivistes. Qui en s'appuyant sur la méthode du conflit formel, espèrent exprimer les différences et l'hétérogénéité des origines physiques et culturelles des formes Architecturales de notre époque à travers des stratégies formelles discontinues (fragmentation, diagonale, juxtaposition et opposition). (Giuseppa, 2001).

Les architectes déconstructivistes ont commencé à chercher une autre option pour faire face à la complexité du monde contemporain. Par conséquent, ils utilisent la logique des courbes et la flexibilité pour gérer les conflits formels. Ce dernier peut s'incarner de manière fluide. Dans un système continu, certaines différences disparaissent, tandis que d'autres différences apparaissent de manière hétérogène. Pour eux, la topologie est la seule discipline qui a trouvé un moyen de résoudre le conflit des formes, qui passe de la forme ordinaire à la forme la plus primitive.

La deuxième tendance est celle des nouveaux architectes d'avant-garde cherchant à établir un lien entre l'architecture et les mathématiques. A travers des théories topologiques inspirées des mathématiques, aucune théorie n'a été proposée spécifiquement pour l'architecture topologique. Pour eux, la topologie ne représente que la solution aux problèmes d'architecture méthode mathématique. (Figure III. 06).

Bien que ces deux tendances soient différentes, elles se rejoignent sur un point commun. Ils estiment que l'élimination des barrières entre les différentes disciplines favorise une attitude interdisciplinaire qui tend à transformer les concepts d'un domaine ou d'un champ donné d'une activité humaine à une autre. Cela produit des idées et des visions mixtes qui définissent les conditions de détérioration, ce qui nous permettra de définir clairement la topologie de l'architecture. (Guisseppa, 2001).

Marcos Novak a découvert que la psychologie perceptuelle et l'infographie ont eu un impact sur le renouvellement des formes (Figure III. 03), qui existent en architecture, et l'évolution du champ de la représentation de l'architecture.



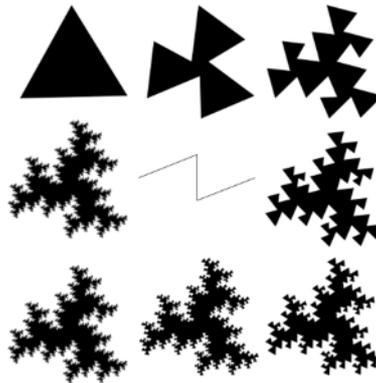
**Figure III. 03 : Proposition WTC par M.Novak  
Source : <http://www.vg-architecture.be>, 2010**

### **3.1. L'approche topologique :**

#### **3.1.1-L'approche topologique en architecture vue par les branches philosophiques :**

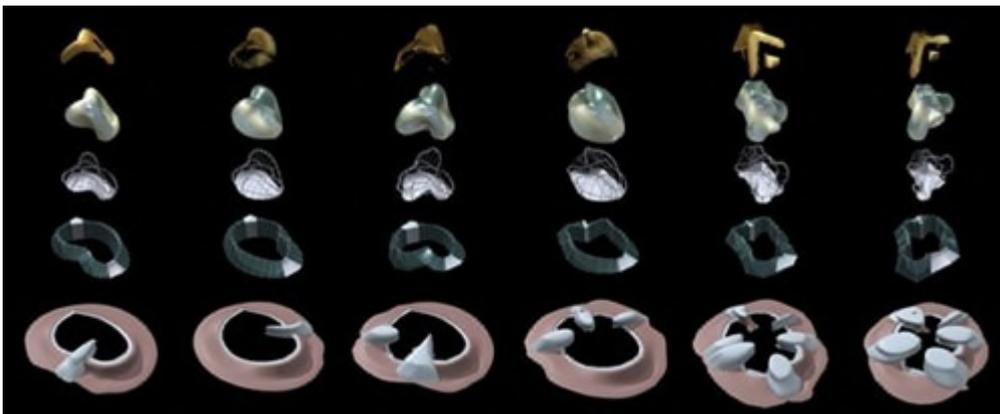
Elle est récente en architecture et considère la topologie par une propriété d'un tout connecté qui accepte la division. Nous pouvons citer la philosophie des branches Deleuze, ou celle de la phénoménologie selon Heidegger.

La notion de la topologie selon Lynn (1998) est liée à la notion de complexité. La topologie de transformation était la ressource conceptuelle de la théorie du pli. La définition de la topologie architecturale renvoie à l'association du la flexibilité du pli est de sa complexité (Figure III. 04).



**Figure III. 04 : Evolution de la forme géométrique d'un triangle selon la topologie (géométrie fractale)**  
Source : Filip Dominec, 2006.

La complexité est connectée au pli, c'est le changement effectué plusieurs fois dans un tout complexe qui ne peut pas être réduit à l'exactitude mathématiques, selon Lynn (1998) une opération de transformation modifiant une figure en arrière-plan à une autre renvoie à une continuité de changement produisant des formes superposées en fonction de cette opération.



**Figure III. 05 : évolution topologique d'une forme**  
Source: Greg Lynn, Embryological House, 1997-2001

### 3.1.2-L'approche topologique en architecture vue par la psychologie :

La dimension existentielle de l'homme dans son essence s'est construite sur l'espace topologique qui est géré par des relations connectées. L'expérience sensible de l'homme à une très forte relation avec les propriétés topologiques de son espace. La dimension spatiale qui prend forme des propriétés topologiques telles que : le voisinage, l'ouverture, l'intérieur, etc. de point de vue sociologique notre espace n'est autre que l'espace topologique, et ces propriétés définissent notre expérience et nos actions dans l'espace (Piaget, 1972 ; 1966)

### 3.1.3-L'approche topologique en architecture vue par les chercheurs mathématiciens :

La technologie informatique est plus qu'indispensable pour le développement d'une architecture topologique basée sur le changement et la variation de la forme, ceci avait été démontré par le mathématicien Français René Thomas qui a mis en exergue la notion du topologisme dans son livre 'stabilité structurelle et morphogénèse' (1999).

Il s'agit ici de chercher à appliquer sur la conception de la forme architecturale une approche purement mathématique. L'objectif est de donner un nouveau souffle et de la nouveauté à la forme architecturale par le biais d'un programme informatique sur microordinateur.

Les transformations qui touchent la forme architecturale sont tous de l'ordre de déformation et de plis (Figure II. 06), ces transformations forment une action de forces externes qui pèsent sur le produit formel en changeant sa forme initiale. L'espace architectural est considéré comme un espace de variation vue qu'il est produit comme champs dynamique sous tension. (Novac, 1990)

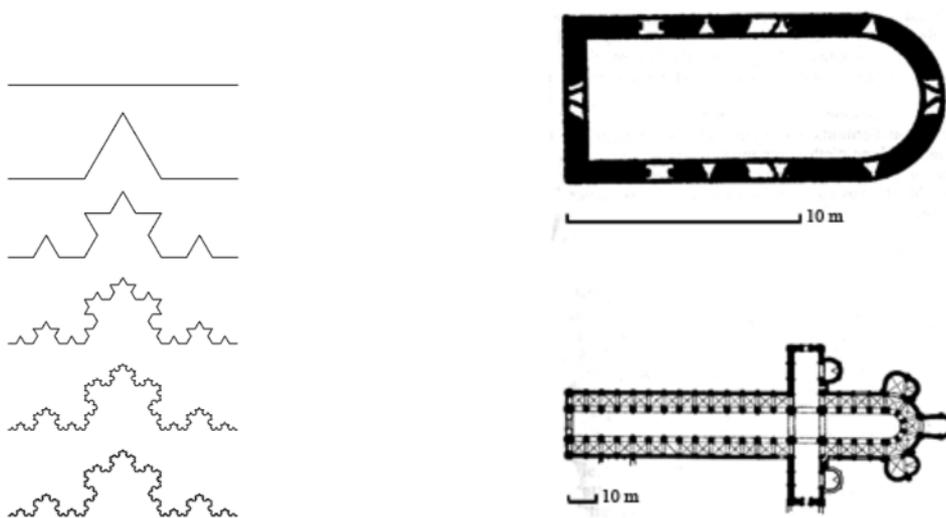


Figure III. 06 : évolution topologique d'une ligne et évolution de la forme  
Source : Serres et Michel, 1993.

### **3.2. La topologie entre théorie et pratique :**

#### 3.2.1- le point de vue des architectes théoriciens :

Il est à remarquer que les architectures pliées, courbées, ondulées et tordues, etc., sont originaires de la topologie mathématique. Cette dernière est caractérisée par son processus de transformation continue, ceci a été démontré par les architectes théoriciens tels que comme Jeffrey Kipnis, Greg Lynn, Peter Eisenman ou Braham Shridel.

Guisseppa (2001) affirme que tout comme une feuille de caoutchouc qui est manipulée par plusieurs opérations sans coupures crée une correspondance entre son état initial et son nouvel état (Figure III.07), la topologie se définit comme cette feuille de caoutchouc acceptant toutes les transformations possibles.

C'est donc les propriétés géométriques des rapports de connexions de voisinage utilisées dans la forme architecturale considérées comme des transformations continues qui sont les transformations topologiques.



Figure III.07 : PHYLOX séries

Source : [www.archicool.com/dossiers/hypersurf.html](http://www.archicool.com/dossiers/hypersurf.html), 2010.

Il n'existe pas de point de vue topologique une différence en matière de surface entre un triangle et un cercle ou en matière de volume une différence entre la sphère et le cube.

Le processus de la transformation continue évitant la coupe renvoie est considéré par les théoriciens de l'architecture comme le seul moyen de la transformation de la forme architecturale en une forme topologique, cette forme n'est autre qu'un objet élastique. (Guisseppa, 2001).

Il est donc possible qu'en architecture de concevoir des figures comme produits de transformation d'autres figures géométriques (Figure III. 08), et ceci était la conclusion de la définition déjà cité par Peter Saunders. Les transformations continues au moyen de la courbe et le pli dans un système flexible et dynamique peuvent être considérées comme des figures topologiques incluses dans le système dynamique de ces changements.



Figure III. 08 : étape d'élaboration topologique d'une tour

Source : [www.archicool.com/dossiers/hypersurf.html](http://www.archicool.com/dossiers/hypersurf.html), 2010.

### 3.2.2-Le point de vue des architectes praticiens :

A la suite du baroque est de l'expressionnisme organique, la plasticité renouvelée dans la conception architecturale renvoie selon les architectes praticiens à la topologie de la forme architecturale qui est basée sur la configuration dynamique et complexe. Et selon leurs points

de vue cette plasticité n'a pas pu voir le jour sans l'intervention de l'ordinateur, qui selon eux avait facilité aux architectes praticiens beaucoup de tâches. (Guisseppa, 2001).

### **3.2.2.1-La topologie est « mouvement » :**

Il est à remarquer que les formes du monde platonique sont à l'origine du processus de la conception, ceci confirme que la forme est produite par le mouvement. Selon Massumi qui prend comme exemple dans son travail quelques architectes dès la nouvelle avant-garde, l'aboutissement topologique de la forme produite architecturalement n'est que le fruit des techniques utilisées pour la produire.

Cette approche topologique par le mouvement rend l'architecte responsable du développement conforme et continu des formes qu'il conçoit.

Massumi à cet effet, donne une autre définition à la transformation qui n'est autre qu'une super figure des transformations continues, ou chaque action contribue à la modification de la forme initiale d'où la notion du mouvement. La forme finale produite par ces transformations continues est le projet architectural. (Guisseppa, 2001).

### **3.2.2.2-La topologie est « l'évènement » :**

L'évènement topologique renvoie selon Peter Eisenman (1999) à une singularité, cette singularité représente une intervention des courbures ou des plis sur la forme à un moment donné de la conception architecturale (Figure III. 09). Par ce fait les évènements se définissent par leur temporalité. La définition de l'architecture topologique de ce point de vue renvoie à une modulation temporelle avec une transformation continue de l'espace. (Guisseppa, 2001).

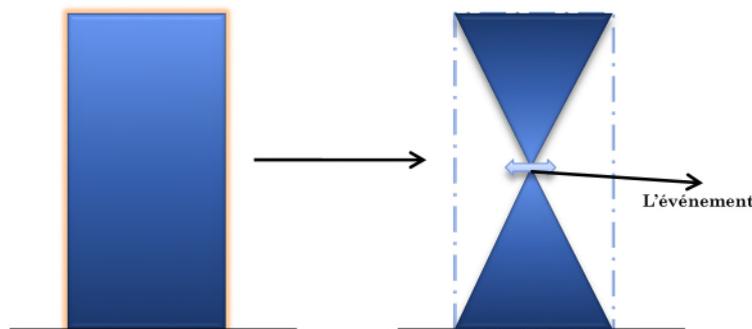


Figure III. 09 : Schéma expliquant l'intervention d'un évènement dans la conception

Source : Auteur, 2009.

### **3.2.2.3-La topologie est 'continuité et mouvement dynamique' :**

La simple expression architecturale de l'idée de transformation et de mouvement n'est pas la seule limite du résultat dynamique si on analyse les transformations de point de vue topologique. C'est Stéphane Perella (2002) qui a défini la topologie en combinant entre la

continuité et le mouvement dynamiquement, créant ainsi une nouvelle dimension à la notion de topologie qui est la dimension temporelle, le mouvement dynamique crée ainsi des évènements formels non linéaires, ceci veut dire que les transformations ne s'arrêteront pas à la phase de conception, mais continuent à exercer une influence sous forme de processus dynamique topologique sur les formes construites (durant la réalisation).

Perrella inventa alors la théorie de l'« hypersurface » qui le définit comme étant ni un intérieur ni un extérieur tout en étant les deux à la fois. Le terme « hypersurface » est la réunion de « hyper », qui « implique un organisme reconfiguré par la culture numérique », et de « surface », qui est le déploiement de substances dans des topologies différenciées ». En d'autres termes, écrit Perrella, « hyper est la dimension existentielle, alors que surface est le substratum énergie matière ». (Perrella, 2002, p. 25,28)

Selon Guiseppa (2001), Il a été question de critiquer le fait que l'architecture conçue par la méthode de topologie n'est que le produit final extrait du processus d'animation interrompu, le processus d'animation devient finalement stable (forme). La technologie de conception de topologie est basée sur la continuité et la mobilité. (Saraoui. S, 2018)

Il explique que la réalité complète ne peut être comprise seule, on doit passer pour comprendre la réalité de la terre par plusieurs cartes superposées (Figure III. 10), chaque carte est spécifique à un domaine et contient des informations qui complètent ou qui vont être complétées par d'autres cartes.

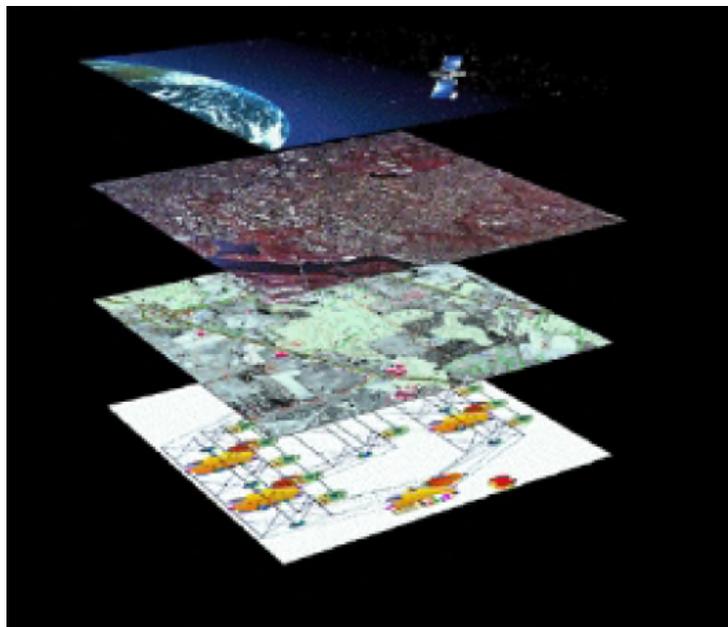


Figure III. 10 : Niveau de compréhension topologique de la réalité suivant des calques  
Source : Perrella, 2001.

#### **3.2.2.4-La topologie est 'le mouvement, la durée, et les points' :**

La topologie selon Marcos Novak (2002) est l'étude des propriétés géométriques qui demeurent inchangées. Elle n'est pas les surfaces courbées comme elle a été définie jusqu'ici.

Il cite les figures géométriques qui perdent toutes leurs propriétés métriques et projectives par les transformations continues. Cette transformation donne deux significations, la première est en relation avec les aspects topologiques en relation avec le mouvement et la durée, la seconde appartient aux figures incluant des points de la géométrie Euclidienne.

La théorisation de Novac (2002) relève de l'ordre virtuel, il est considéré comme le pionnier de l'architecture de la virtualité. Cependant, il apporte un énorme avantage dans la réalisation du concept d'espace non euclidien et du modèle mathématique de l'environnement spatial numérique navigable pour créer des formes inattendues. Il a inventé « l'architecture liquide », qui se spécifie par une architecture de surface déformable et dynamique. Sa forme est non seulement flexible et incurvée, mais aussi très proche du produit des architectes déconstructivistes.

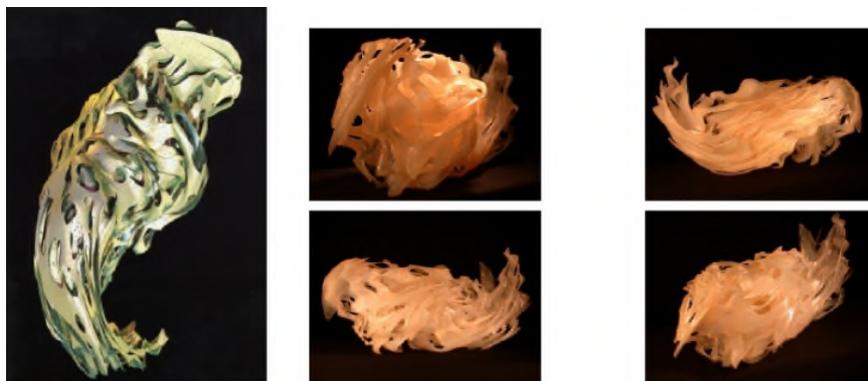


Figure III. 11 : Photo du traitement V4D  
Source : Alien.W, 2001.

### 3. 3 -Essai de synthèse :

#### 3.3.1-Définition

Comme mentionné dans la section précédente, la définition de la topologie de M. Novac est à notre avis la plus globale par rapport aux précédentes, donc la topologie est définie comme le comportement de déplacement suivant. Le mouvement dynamique du corps s'étend sur une durée de temps, créant des points en continu tout au long du processus. Une fois ce point créé, il constitue un événement. (Figure III.12)

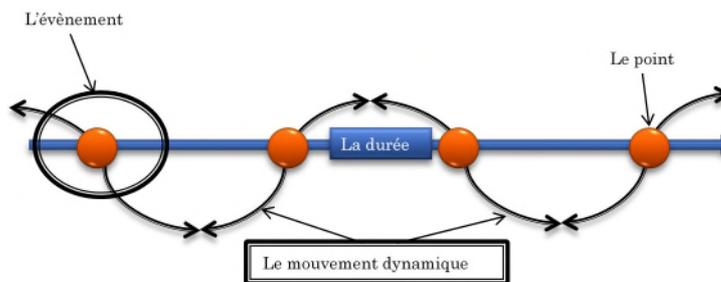


Figure III.12 : synthèse de la définition de la topologie  
Source : Auteur, 2009.

Par conséquent, nous pensons que la topologie peut être définie d'un point de vue l'étymologique : i) transformation, qui fait référence à la déformation et à la déformation, et ii) continuité, ce qui signifie que son origine est un continuum géométrique.

Le premier terme comprend la déformation, c'est-à-dire le changement dans la forme architecturale (de l'espace au bâtiment), l'action ou l'action de la transformation en fonction de la direction. Et selon le dictionnaire LAROUSSE. • Changements de forme. • En géométrie, la réduction d'une figure ou d'un solide devient un autre solide avec la même surface ou le même volume.

#### **4. Conceptualisation et positionnement de la recherche**

##### **4.1. La topologie lumineuse :**

###### **4.1.1. Les essais de définition :**

Nous avons constaté que Von Meiss avait travaillé sur des concepts tels que « Bay » et « Open ». Nous avons alors exploré la relation entre la lumière et l'espace à la maison dans ses travaux, et nous avons constaté qu'il évoquait quatre conditions d'éclairage typiques pour cette relation : i) continuum espace / lumière, ii) lumière de l'objet, iii) somme lumineuse d'une série d'objets iv) surface. (Von Meiss, 1992). A partir du type d'ouverture, Lassance a découvert que la topologie d'éclairage peut être définie en fonction de la forme de l'ouverture et de sa position sur le mur. Ces familles sont : i) les grottes, ii) les forêts, iii) les clairières, iv) les serres.

Biron a développé une méthode liée à Lassance pour créer d'autres possibilités de topologie de la lumière entre baies et conformations. Elle a proposé " D'autres formes familiales possibles ". . En étudiant par la suite la relation topologique basée sur les effets de la lumière et de l'ombre, deux grandes familles de topologies lumineuses peuvent être générées : i) la lumière dans la forme, et ii) la lumière dans la forme.

La lumière d'une série d'objets, d'une série de fenêtres, de projecteurs et de bougies tend à créer une possibilité d'équilibre et d'inversion entre les caractéristiques graphiques des objets illuminés et les caractéristiques d'arrière-plan de l'enveloppe spatiale qu'ils éclairent. Une série de fenêtres régulières, ou des appliques électriques ou des fenêtres à bandes, participent activement à la conception de la limite de l'espace. Des fenêtres plus grandes ou plus petites sur l'axe ou une série de lustres sur la ligne médiane de la pièce aident à expliquer la géométrie de l'espace. Des arrangements de ressources plus libres doivent maîtriser le principe de l'équilibre. (Biron, 2008).

Un autre élément de base de la forme - lumière dans l'espace est l'ombre. L'échelle entre les surfaces ombrées indique la plasticité de l'objet. Lorsque le contraste est fort, il n'y a qu'une seule direction de la lumière, et les informations de l'objet seront réduites. Cependant, il convient de préciser qu'il existe des solutions particulières, comme l'exposition de bas-reliefs, ou c'est exactement ce que nous recherchons, tout comme la façade adopte une intensité particulière en quelques minutes ou au soleil.

Selon ses travaux de recherche, les bords du corps et de l'espace sont soulignés par l'ombre comme lumière, et ceci est souvent fait consciemment par les architectes, nous citons à cet

effet l'exemple d'une façade la finition de la partie supérieure est souvent faites par l'ombre portée de la corniche.

En guise de synthèse, la topologie lumineuse est souvent ordonnée par l'ombre et la lumière, ceci est une caractéristique plus pratique qu'esthétique, cette manière de définir l'espace a parfois plus d'impact que sa véritable dimension et sa forme. Le bien-être des occupants de l'espace est souvent affecté par la qualité et la quantité de l'éclairage qui caractérise les lieux en l'absence ou la présence des contrastes (Saraoui. S, 2011)

## **4.2. La topologie sonore :**

### **4.2.1. Les essais de définition :**

La notion de la topologie audible et sonore avait déjà été initiée par Nicolas Schöffer (1972) dans sa proposition de « la ville cybernétique », il concentre la réflexion autour du son, le considérant comme un matériau important au sein de l'espace tout comme le temps ou la lumière. La topologie audible est présentée sous deux aspects, l'aspect naturel : i) bruits de la nature qu'on devrait garder tels que les cris d'animaux, le vent, les eaux, les arbres, ...ii) les bruits de l'homme et de sa technologie qu'on devrait neutraliser, l'aspect artificiel qui reviendra à une réflexion du bâtisseur sur la création d'un planning sonore qu'il a proposé pour la ville cybernétique comme suit :i) zones de silence artificiel qui reviendra à l'usage de l'ultra son, ii) zones bruyantes dans la ville de loisirs. La topologie sonore quant à elle repose sur des complémentarités de la réflexion du concepteur d'abord en macro entre l'agglomération et son environnement, ensuite en micro entre les périodes diurne et nocturne.

Il y'a aussi Charles-E Platel (2007), dans son livre *Musique imaginaire*, ou en décrivant la topologie en musique, affirme que la notion de topologie est liée au son apparaît dans le domaine de la musique comme une notion révélatrice des discontinuités ou d'arrêts dans les compositions sonores matérialisées par un vide au niveau du solfège qui est pour les musiciens un espace à part entière. Il donne l'exemple des hauteurs des notes de piano, les notes sont séparées par l'intervalle d'un demi-ton, ce qui rend la matière sonore tramée et mailles, mais le contour de la ligne mélodique est continu.

Il continue à expliquer qu'il existe deux méthodes topologiques pour décrire le même univers (musical), une topologie auditive et une topologie visuelle. La première correspond à l'auditeur qui perçoit les phénomènes sonores en centrant ses rapports par rapport à lui-même, la description de l'objet sonore par l'auditeur se fait par estimation : plus/moins intense, long, court, grave, aigu, ...etc. La seconde quant à elle dépend du compositeur qui élabore l'œuvre dans son ensemble, la découpe lui donne un mouvement, agence les sons et les bruits dans la simultanéité et dans le temps.

L'approche topologique du son n'a pas été citée dans les travaux d'architecte traitant de l'espace architectural et urbain. Cependant en analysant divers travaux de recherche qui traitent le son, nous avons remarqué qu'en matière de méthodologie la notion du parcours est souvent présente. Pour l'espace urbain, Deferville (2004) avait suggérer dans son travail de commencer d'abord par déterminer le parcours qui fera objet d'étude, et présenter sur ce dernier les sources sonores créés ou l'existantes sur des cartes de suivi en fonction de leurs signaux et leurs impacts sur l'environnement donné. Ce suivi se fera par le biais des expérimentations ou de la simulation. La simulation est beaucoup plus facile et révélatrice que l'expérimentation, surtout si dans cette

dernière nous utiliserons la technique de l'apprentissage de l'écoute aux usagers avant de la commencer, elle aura toujours une grande part de subjectivité liée à la perception de chaque usager.

On peut aussi citer le travail de recherche de Sahraoui. N (2006) qui afin d'étudier l'identité sonore de la médina de Constantine, s'est basée sur les aspects qualitatifs et quantitatifs de l'ambiance sonore dans des parcours qu'elle a choisis. Le principe étant de déterminer les limites topographiques de l'audibilité du paysage sonore, en se basant sur les différentes sources sonores dans le parcours en question qui en fonction ses sources sera composé de plusieurs séquences.

#### 4.2.2. Les outils de présentation topologique sonore :

##### 4.2.2.1. Le parcours commenté et l'analyse séquentielle :

Dans cette partie nous allons essayer de faire ressortir en fonction de diverses analyses faites sur le son le principe méthodologique qui renvoie à l'approche topologique dont le principe est de vérifier l'existence de discontinuité dans l'espace qui contient des sources sonores.

Dans le travail de Sahraoui.N (2006) Le choix avait été porté sur des parcours public et privé dans le tissu de la Medina, d'abord en effectuant des mesures en fonction des types d'ambiances existante et qui sont selon elle une ambiance sonore vécue, une deuxième connue, et une troisième indiquant l'urbanité. La recherche se basait sur la technique du parcours urbain commenté (Figure II.13) ou l'on détermine non pas le signal mais les sources sonores qui découperont le parcours en plusieurs séquences. Des fiches séquentielles seront élaborées par les observateurs in situ, dont l'objectif est de déterminer le nombre de séquences qui ont les mêmes topologies sonores, leurs faire un traitement statistique pour choisir finalement les séquences qui vérifieront les hypothèses (Figure III.14).



Figure III.13 : les parcours commentés  
Source : Sahraoui 2006.

L'image ci-dessous nous montre le parcours en ligne discontinue et les séquences en chiffre entouré de cercle.

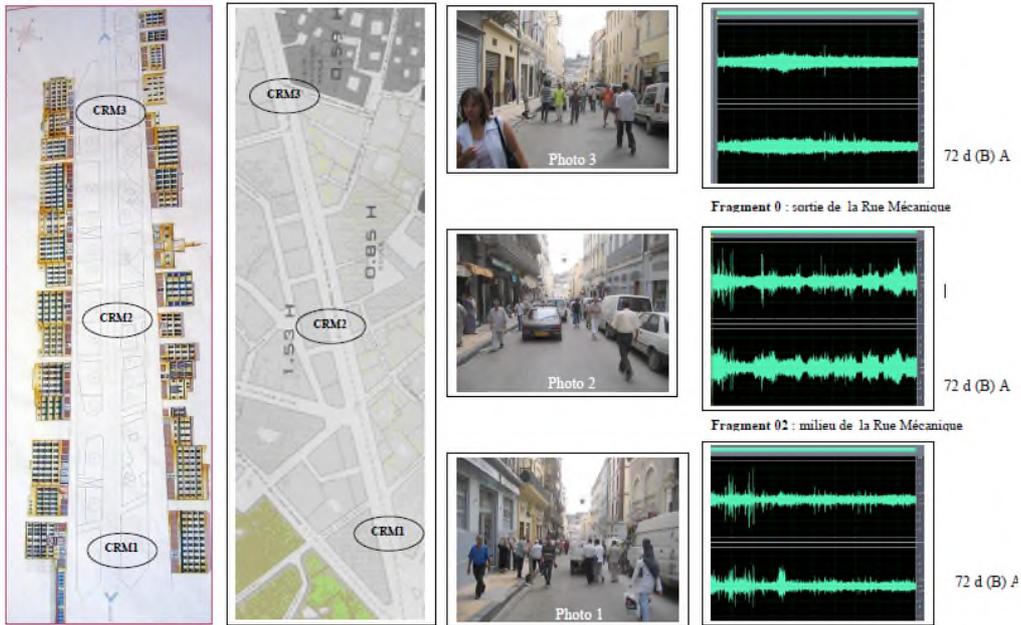


Figure III.14 : Représentation d'une séquence avec les fragments sonore que peut comporter.

Source : Sahraoui.N 2006.

L'introduction de la composante sonore dans les processus de conception de projets d'aménagement était l'objectif premier de ce travail de recherche, la donnée auditive trop souvent oubliée ou négligée, il s'agit donc de sensibiliser les chercheurs à l'approche qualitative de la ville et de montrer que l'espace sonore est une référence culturelle qui peut être sauvegardée et revalorisée au même titre que le patrimoine bâti.

Une autre approche du sonore utilisée par Chtara. C (2016), dans l'étude de l'espace sonore des Souks de la médina de Tunis. Chtara. C, dans cette approche, Chtara explore dans son travail de recherche les souks (objet de mémoire collective), elle cherche par le biais de l'ambiance une reconsidération des politiques de sauvegarde du patrimoine. Et en se basant sur l'approche ambientale elle développe un nouveau modèle conceptuel basé sur trois paramètres à savoir ; le signal, l'espace de propagation, les usagers et le temps. Le modèle conceptuel était mis en opération par le biais d'une analyse de contenu des récits de voyageurs du 19ème siècle, cette analyse a permis de faire ressortir les spécificités sonores des souks de la médina au 19ème siècle. Cette spécificité est liée à l'aspect diurnes des souks caractérisé par l'existence des voix humaines, cette criée humaine constitue un véritable masque prépondérant qui est d'une intensité plus importante que le bruit de fond.

Chtara. C (2016) parle aussi de l'effet de répulsion qui est lié aux sources sonores humaines et qui est très présents dans les souks. En conclusion, pour retrouver l'ambiances sonore d'autrefois, Chtara (2016) propose le regroupement des différentes corporations éparpillées dans la médina actuellement, et pour que la structure sonore des souks soit respectée il est impératif que la nouvelle sonorité créée soit harmonieuse et homogène avec l'ancienne.

#### 4.2.2.2. Méthode descriptive :

La topologie sonore avait été perçue jusqu'ici comme une représentation du signal sonore dans la portion d'espace qu'il occupe, de son apparition jusqu'à sa disparition dans l'espace en question, Boubezari .M, Et Bento Coelho J. s'interrogeaient sur la possibilité d'isoler les topologies audibles dans la représentation graphiques des autres topologies qui peuvent exister dans la cartographie sonore. Ils avaient élaboré un travail pour l'identification d'une topographie du paysage sonore, en se basant sur les aspects qualitatifs de l'ambiance sonore et élaborer à partir de ça un nouveau type de carte sonore qualitative.

Le projet de recherche renvoie à l'identification des sources sonores dans un environnement urbain, les rapporter sur des plans de site, effectuer des mesures in situ pour identifier les limites audibles de chacune, ensuite superposer les topologies sonores et dessiner les zones qui vont nous permettre la lecture du paysage sonore résultant selon les sources, leurs seuils d'audibilité en Décibels et la perception des usagers. La méthode descriptive de la topologie sonore s'est développée selon des étapes définies par les hypothèses des chercheurs qui sont :

- L'utilisateur de l'espace est un sujet percevant, il est placé au centre de protocole de mesure, les instruments de mesure ne peuvent pas seul identifier le paysage sonore, la description de l'environnement sonore par l'utilisateur demeure le seul élément sur lequel on peut se baser, ceci est dû à la capacité de l'oreille humaine de capter des sons, et leur affecté un langage particulier.
- Le paysage sonore dépendra de l'importance des signaux sonore et le sujet percevant, on peut de ce fait distinguer les topologies sonores différentes par la décomposition du langage et des mesures, ainsi on accordera un nom à chaque topologie sonore, ce qui engendra un sens, de ce fait le paysage sonore sera qualifié par le langage avant la prise de mesure, le signal sera représenté tel qu'il est perçu.
- Les topologies sonores désignées par le langage seront mesurées par la suite dans cette phase, en utilisant un contrôle de comparaison entre sujet mesurant /écoutant, la perception dans ce cas sera un instrument de mesure même subjectif mais d'une grande importance (Figure III.15).

Afin de tester cette nouvelle méthode descriptive, la ville de Lisbonne avait été choisie comme cas d'étude, la praça do rossio, où on a effectué un travail de lecture du paysage sonore selon trois sources de signaux sonore : le bruit du trafic, l'eau de la fontaine, la musique de Noël.

Chaque fragment avait été analysé suivant chaque source séparément, après la définition du langage, les mesures ont été effectuées jusqu'à disparitions du signal, on passera alors du langage à des courbes d'iso-phonie dessinées des valeurs obtenues en utilisant la même technique de la topographie classique.

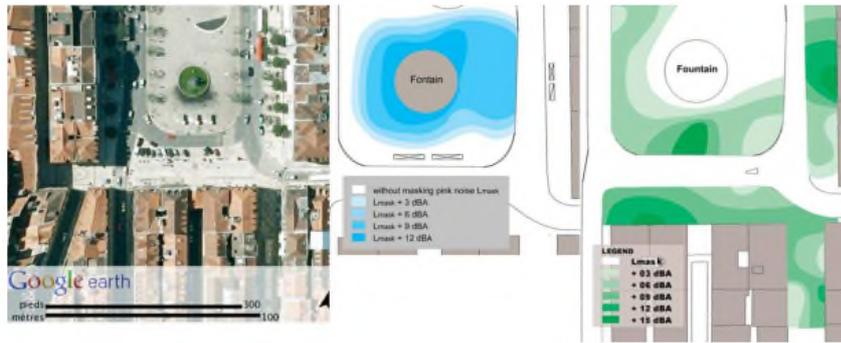


Figure III.15 : les topologies sonores de la fontaine

Source : BOUBEZARI .M, 2004

En superposant les calques des topologies sonores résultantes avec le langage résultant des parcours commenté, on obtiendra la composition sonore (Figure III.16) à chaque point d'un parcours selon le plan acoustique le plus audible, et l'analyse sera plus productive que celle de la chorographie sonore.

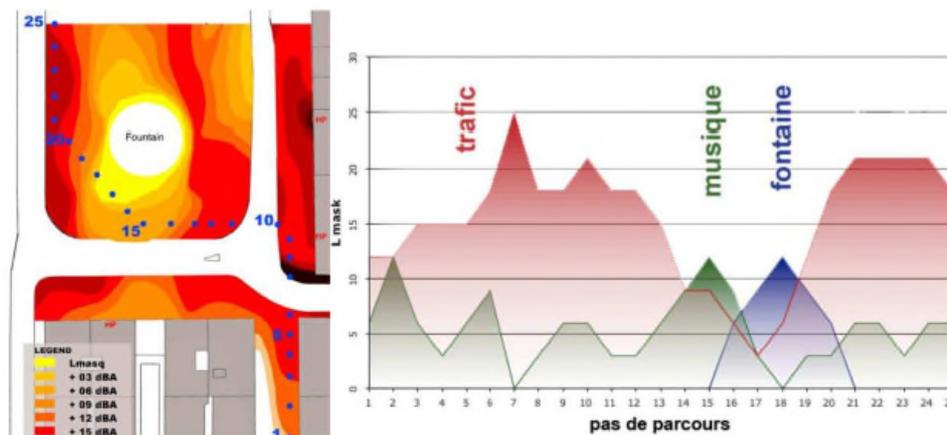


Figure III.16: topologies sonores et composition du paysage sonore d'un parcours potentiel

Source : BOUBEZARI .M,2004

#### 4.2.4. La méthode prédictive :

Le travail fait sur le signal et les topologies sera reproduit rapidement grâce aux logiciels de cartographie sonore, cette méthode visera à identifier in situ les sources qui composent le paysage sonore, de les mesurer et de les cartographier à la fin, en éliminant petit à petit les courbes non audibles cachés par d'autre courbe on arrivera à la représentation de zones audibles et celle non audible.

L'expérience avait été faite sur la place principe real à Lisbonne, sur quatre sources sonores, en les mesurant avec tous les bruit de fond tel que le trafic automobile, les résultats avaient été surprenant. Cette méthode peut être jugé opérationnelle vue que les chercheurs l'avaient testé sur un jardin avec sept sources sonores (Figure III.17).

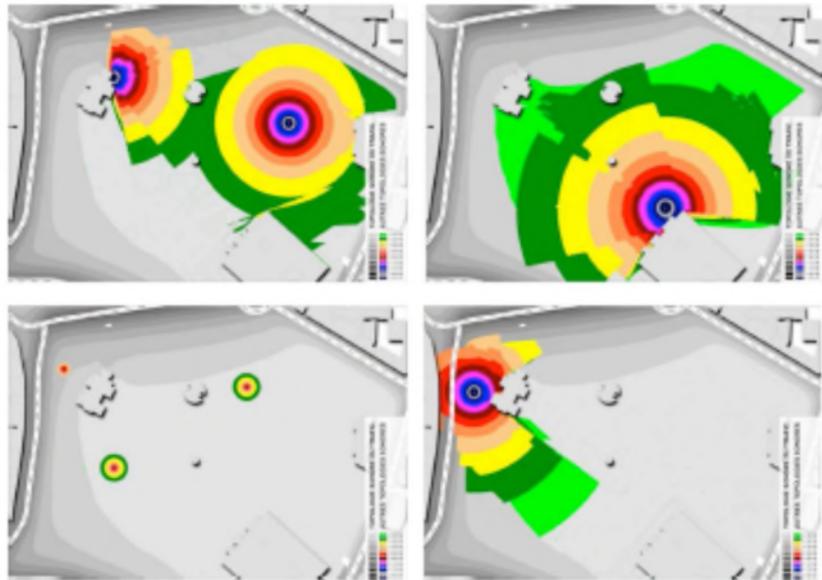


Figure III.17 : topologies sonores des enfants, musiciens, canards et joueur de cartes au Jardin  
Source : BOUBEZARI .M, 2004.

La méthode présentée dans ce point en s'appuyant sur l'analyse par parcours commenté, permettra de décrire une situation existante ou prédire une situation projetée comme un projet d'aménagement urbain, démontrant ainsi que la topographie du paysage sonore est possible. Le principe étant déterminé les limites topographiques de l'audibilité du paysage sonore, en se basant sur les différentes topologies sonores résultantes des sources sonores.

- **Synthèse :**

Nous n'avons pas trouvé des travaux de recherche en relation direct avec l'espace architectural, mais la topologie sonore comme approche existe dans divers travaux liés au son et surtout à l'urbain, nous avons aussi constaté que le parcours est un concept souvent présent dans les différents travaux de recherche en relation avec le son, et toutes les méthodes quel que soit leurs fondements se rapproche sur le fait de définir un parcours, les sources sonores.

### 4.3 La topologie thermique :

#### 4.3.1. Les essais de définitions :

Avant de définir la topologie thermique nous devons d'abord passer par l'optimisation topologique qui est la base même de la topologie thermique, c'est une méthode mathématique (et logicielle) qui permet de trouver la meilleure distribution de matière dans un volume donné et qui est contraint. Elle est particulièrement différente de l'optimisation de forme, du fait qu'elle ne modifie que la limite de la pièce (G. Allaire et al., 1998).

Les méthodes d'optimisation de la topologie connues jusqu'à présent peuvent optimiser la résistance mécanique et élastique, la conductivité thermique ou certains problèmes d'écoulement de fluide.

La topologie thermique n'a pas été évoqué où présenter dans divers travaux d'urbanisme ou d'architecture, cependant elle est liée au domaine de la physique des bâtiments.

Et c'est O. Grégoire et A. Kumbaro (2013) qui en étudiant les conditions de la conductivité thermique et les écoulements des fluides et gaz qui ont défini la notion de topologie comme étant une notion qui désigne l'équilibre thermique. Ils citent comme références pour cette définition les travaux de J. G. Collier en 1972, où il présente l'écoulement des liquides et des gaz dans des masses comme une topologie à plusieurs variables : Ecoulement simple (phase vapeur), Ecoulement à gouttelettes, Ecoulement annulaire, Ecoulement à bouchons, Ecoulement à bulles, Ecoulement simple (phase liquide). Cette topologie peut prendre deux configurations, verticale ou horizontale (Figure III.18)

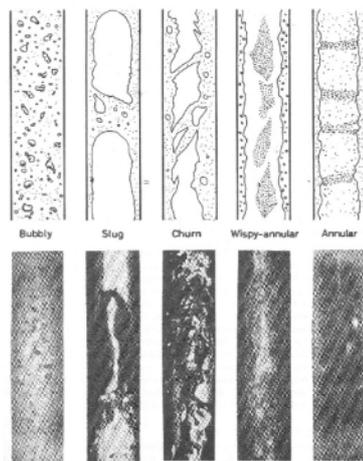


Fig. 1.1. Flow Patterns in Vertical Co-current Flow

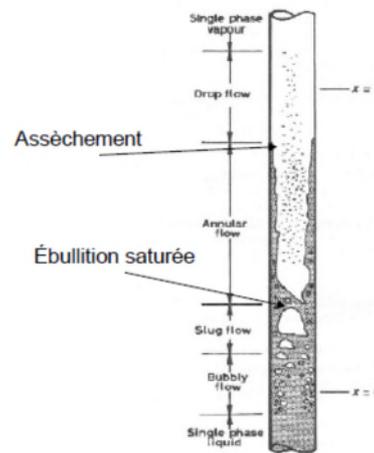


Fig. 1.2. Flow Patterns in a Vertical Evaporator Tube

Figure III.18 : topologies thermiques de la conductivité dans une barre.

Source : Mc Graw-Hill, 1972.

Dans cette définition qui est liée au domaine de la thermique aussi, vu que la chaleur est une forme de conduction qui caractérise le passage de l'air dans la masse d'une particule à une autre, O. Grégoire (2013) affirme que chaque phase renvoie à cette discontinuité ou transformation topologique, et que pour une paroi qui est considérée comme une masse les différents matériaux peuvent créer ces discontinuités topologiques dans le principe de l'écoulement de chaleur.

Nous avons aussi trouvé récemment la topologie thermique citée dans la technique d'analyse thermo moteur. Par conséquent, le système Thermo Tower peut circuler dans le cluster, capturant des données fiables sur le bâtiment et ses murs extérieurs, les menuiseries, les ponts thermiques et même une partie du toit (Figure III.19) en temps réel, soit environ 22% de la zone d'intérêt. Contre 5% de l'image du toit, et près de 70% de la source de perte d'énergie (selon le décompte publié par l'ADEME).

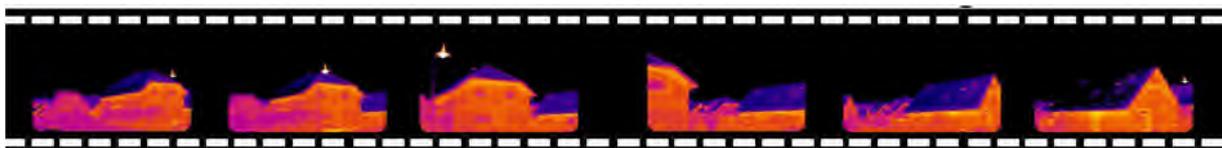


Figure III.19 : topologies thermiques par prise de photo thermo moteur.

**Source :**

Ces pourcentages sont obtenus grâce aux séquences d'images infrarouges à l'aide de logiciels spécifiques, ou chaque couleur correspond à un pourcentage et à une définition spécifique.

Ce qui est important dans ces travaux pour la masse donnée ou même pour la technique de thermo moteur, c'est qu'il faut qu'il y ait une longueur spécifique, pour le premier cas nous avons précisé que les écoulements peuvent se faire dans une masse verticale (mur) ou horizontale (plancher) cependant l'épaisseur de cette masse qui présente une distance particulière, joue un rôle très important dans le régime de l'écoulement.

Pour la seconde technique l'appareil placé pour obtenir des résultats procède de deux manières d'abord un relevé de façade par une image et dans cette image on aura les distances recherchées. Ou un relevé de la masse entière (maison ou bâtiments) qui se fait par plusieurs séquences d'image en traçant un parcours tout autour de la construction et on s'arrête dans des points précis dans le parcours pour avoir notre image simulée.

**4.4. Topologie olfactive :**

L'odeur est considérée dans la nature comme un signal chimique détecté émis par une source et détecté de façon inconsciente par les systèmes perceptifs de l'utilisateur de l'espace.

**4.4.1. Les essais de définitions :**

La topologie olfactive n'a pas été citée explicitement dans les travaux de recherches sur les ambiances, mais ce que nous avons remarqué c'est que les travaux qui traitent de l'ambiance olfactive utilisent le même principe méthodologique des topologies sonore décrites dans l'espace urbain notamment le parcours. Nous allons prendre deux exemples de recherche une sur le parcours urbain de N. Bouchard (2013), et celle de Balez (2001) sur le parcours architectural. Les recherches dans ce domaine s'intéressent au plaisir et aux déplaisirs éprouvés par l'utilisateur de l'espace et résultant de la dimension motivationnelle sensorielle, ces deux éléments dépendent de l'acquis social, culturel, et physiologique de l'utilisateur, ces éléments font que la scène mentale que nous construisons sur chaque événement olfactif diffère d'un utilisateur à un autre. (Candau, 2009)

Il est à noter que l'évaluation olfactive s'appuie souvent sur des interprétations olfactives dans un contexte donné, L'être humain ne dispose pas d'un système métrologique complet de l'odeur, ce qui rend l'analyse olfactive très délicate, et les odeurs sont nombreuses et diverses, seules les analyses chimiques peuvent les distinguer, mais ces analyses sont super complexes vu l'absence d'unité et coûteuses. (Balez, 2001)

**4.4.2. Du parcours commenté au paysage olfactif :**

Avant toute analyse qui concerne les aspects du phénomène odorant il faudra qu'il y ait une compréhension et une interprétation olfactive par les utilisateurs, l'odeur n'est pas quantifiable, et son analyse est basée sur l'apprentissage de distinction entre différentes odeurs par les utilisateurs. L'appréhension des ambiances olfactives par une stratégie scientifique basée sur une démarche qualitative in situ avait été initiée en 1988 par J.F. Staszak, que N. Bouchard (2013) avait résumé comme suit :

1. Définir le parcours.
2. Utiliser la technique de l'entretien et observation in situ pour identifier d'un côté la diffusion et la temporalité des odeurs dominantes, d'un autre l'appréciation des odeurs par les utilisateurs et les comportements de ces derniers vis-à-vis de l'odeur, ces deux

manières de procéder vont pouvoir nous aider à expliquer les facteurs qui font varier leurs réponses.

3. Utiliser la technique de l'enquête et relevé de terrain, afin d'identifier sur un plan les sources odoriférantes, déceler les manières selon lesquelles l'odeur se diffuse dans l'espace et le temps, et déduire les facteurs atmosphériques jouant sur l'olfaction.
4. Elaborer le rapport de synthèse où nous trouvons un bilan sur les odeurs qui existent et leurs descriptions, une cartographie olfactive matérialisant l'évolution dans l'espace et le temps, et au final faire ressortir les déterminants objectifs et subjectifs des perceptions.

Natalie Bouchard (2013) avait essayé d'analyser le pouvoir des odeurs dans le modelage de notre perception spatio-temporelle de l'environnement.

Elle a exploré la méthode initiée par les chercheurs français du laboratoire (CRESSON), dans le cadre des recherches sur l'espace sonore et l'environnement urbain, avec une démarche complètement qualitative in situ qui se résume en :

- Contextuel : matérialisé par l'interaction entre individu et environnement physique et milieu social.
- Compréhensif : elle prend en charge le détail rapproché au plus près de l'expérience de l'individu.
- Dynamique : où les logiques temporelles des phénomènes sensibles et les conditions de leurs émergences sont caractérisés.

La représentation de l'ambiance olfactive n'est pas vraiment différente à celle de la sonore, sauf que pour la sonore on peut quantifier (prendre des mesures), l'olfactif cependant dépend beaucoup plus de l'usager de l'environnement physique, cet environnement risque de présenter beaucoup d'altération quand à la sensation de l'odorat rendant ainsi le critère subjectif le plus dominant, N.Bouchard (2013) avait justifié les raisons de la subjectivité quant à l'analyse des ambiances olfactives dans ces points :

- L'odeur nécessite le fonctionnement de la mémoire, ceci est dû à sa capacité d'évocation.
- La terminologie liée aux sensations olfactives est souvent insignifiante, parfois même non verbalisée, et le vocabulaire employé dépend du ressenti de l'usager (absence de codage verbal précis).
- La perception de l'odeur dépend aussi de l'acquis de l'usager, ce dernier se forge avec le temps en fonction de l'environnement, la culture, ... de son espace d'évolution, auquel s'ajoutent les facteurs génétiques.
- L'odeur est sujette aux caractéristiques de l'espace sa morphologie, et le vent et son intensité, ce qui la rend une sensation instantanée qui évolue à travers le temps.
- L'état de santé du renifleur.
- Le paysage olfactif est variable, il varie en fonction de l'intensité, l'humidité de l'air et la pression.

#### **4.4.2.1. Le parcours commenté olfactif urbain :**

Le travail de Nathalie Bouchard (2013) s'impose comme exemple parfait de l'analyse d'un parcours urbain, ou elle a pris un secteur de la ville de Montréal comme objet d'étude se basant sur les séquences olfactives variées.

Dans un premier temps elle définit un parcours a séquences olfactives variées, elle fait une brève description expliquant sa variété, le temps moyen pour le compléter estimer à 35minutes (expliquant la fréquence variable d'arrêt de marche et de vitesse aussi des usagers).

L'usage de carte s'avère important dès le début de travail d'analyse, ou elle a devisé le parcours en plusieurs entités appliquant ainsi une technique de zoning urbain basé sur les plans d'urbanisme de Montréal, ou chaque zone a un code, et ces codes sont utilisés dès le début de l'analyse.

Les zones sont des vocations qui suivent dans l'ordre : (A) zone commerciale à dimension local, (B) zone essentiellement commerciale, (C) zone mixte, (D) zone d'habitat, (E) zone verte (Figure II.20).

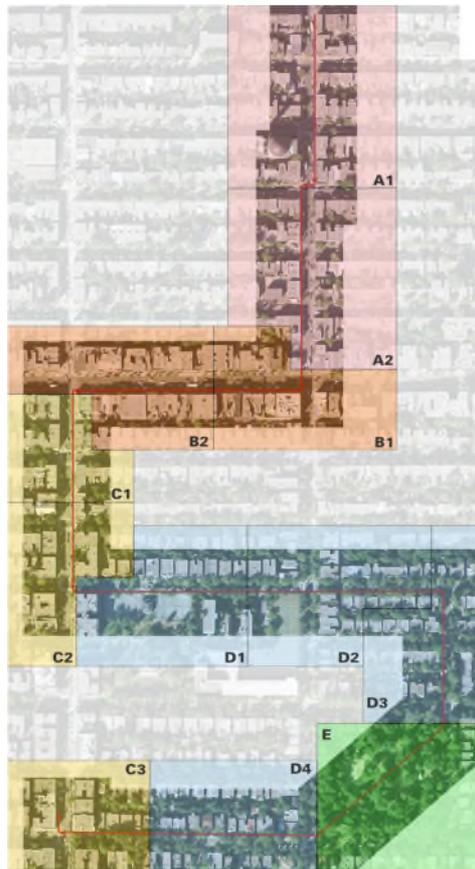


Figure III.20 : Zones de référence du parcours.  
Source : Nathalie Bouchard, 2013.

Pour son choix des participants à l'enquête soit les usagers de l'espace, elle a constitué un échantillon hétérogène répartie sur trois grands groupes par catégorie d'âge en intervalle, pour ce qui est des résidents et non-résidents à 50% chacune, la condition physique et l'état de santé avaient été pris en considération.

Après l'enquête effectuée sur l'échantillon d'utilisateur, la présentation des résultats impose la composition cartographique ou on trouve une reproduction du parcours effectués et choix des témoignages écrits les plus répétés (Figure II.21).



Figure III.21 : Section du parcours du participant 07-ET montrant les commentaires énoncés dans la zone A1. Les mots apparaissant en rouge sont ceux que nous avons extraits et compilés.  
Source : Nathalie Bouchard, 2013.

Les représentations des parcours commentés tel que la figure (21) à titre d'exemple, montrent que l'on a pu accueillir une quantité d'information très variées. Les résultats sont présentés comme suit :

- **Perception du paysage olfactif :** Après avoir observé les parcours, la recherche s'est tournée vers l'organisation des données, la répertoriassions de toutes les odeurs énoncées a des fréquences grandes moyenne ou petite, et arriver par le biais de ça à définir les environnements olfactifs les plus susceptibles de provoquer des paysages temporels (N. Bouchard, 2013)

- **Sommaire des représentations mentales** Après avoir comparé les résultats obtenus par l'enquête, et les évènements à vocation spatio-temporelle, l'auteur avait essayé de comparer les fréquences obtenues aux images mentales des usagers, la plupart des odeurs significantes sont présentées par un trait (ou un élément dessiné)

À partir de là, les odeurs sont comparées par rapport à la fréquence de perception, et les résultats étaient surprenants, les fréquences de perception au passé sont les plus répondu évoquant ainsi un moment d'enfance ou autre, pour ce qui est de la perception au présent les moments décrit son du genre imaginées, pour ce qui de la perception au futur, l'utilisateur décrit un désir de faire une action en sentant l'odeur.

- **Somme de chacune des temporalités suivant les énoncés des participants**

- **Manifestation des moments temporels :** Après avoir relié les représentations mentales au commentaire écrit, un retour sur les cartes aériennes représentatives initiales du parcours ou l'auteur avait essayé de constituer une vue d'ensemble sur les points spatio-temporels partagés (passés, présents, futurs).

Ces cartes deviennent alors la représentation des résultats par zone et par fréquences de perception chronologiquement (Figure II.21), les points qui révèlent des paysages temporels à vocation olfactive dans l'espace urbain son présenté en points jaune, leur taille dépend de

l'enquête (pourcentage des réponses selon les usagers), leurs répétitions sur le parcours expriment que le paysage olfactif est le même soit le même type de situation temporelle.<sup>1</sup>

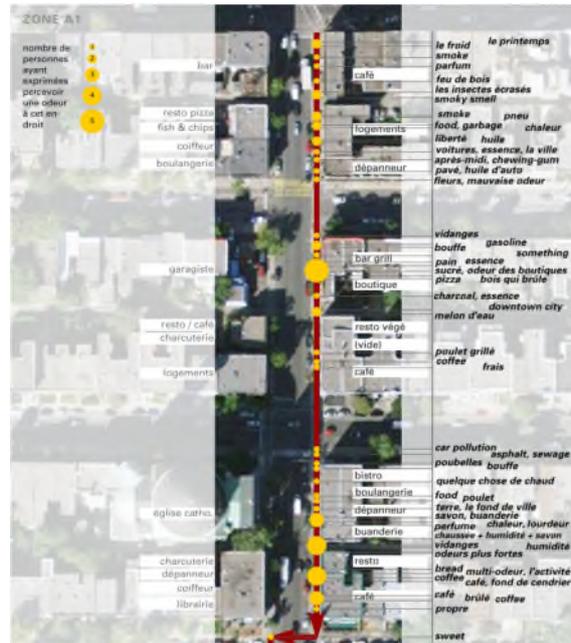


Figure III.22 : Lieux les plus susceptibles de faire surgir des paysages temporels pour la zone A-1  
Source : Nathalie Bouchard, 2013.

#### 4.4.2.2. Le parcours commenté olfactif architectural :

L'évaluation olfactive dans l'espace se fait par le biais des interprétations usagères in situ, telle que nous l'avons expliqué dans Le point précédent.

Selon Balez (2001) le signal odorant et sa diffusion dans l'espace sont difficiles à aborder, ce qui rend les études de l'aspect olfactif dans le bâti peu approfondie ou incomplète

Balez. S (2001) avait d'abord définie 24 trajets (parcours), et les a notés et présentés sur plan les usagers qui participent à l'évaluation doivent passer par les mêmes parcours sauf que l'auteur insiste sur le fait qu'ils doivent marquer une pause de dix minutes entre un trajet et une autre pause dans le but de s'aérer.

Les moments du parcours varient selon l'heure la journée et la saison (limiter pour des raisons de temps et thèse), le choix des moments de parcours selon l'auteur correspondait au taux d'occupation et à l'activité qui se déroulait à ce moment-là.

Le choix avait été porté sur 12 participants dont 10 avait fait un test d'odeur au laboratoire dont l'objectif été de leur apprendre les champs des odeurs, ou on avait essayé de leur donner des flacons à sentir pour un bon moment afin qu'ils puissent mémoriser l'odeur et son qualificatif (aspect théorique).

Et c'est à partir de leur discours que l'on arrive a constitué le parcours commenté puis l'évaluation. Le langage de l'apparence olfactive selon l'auteur découle des différentes descriptions (Figure III.22).

<sup>1</sup> Nous avons présenté dans ces points la une partie du travail de N.Bouchard (2013) et non pas tous son travail, dans le but de la prendre comme exemple qui contribuera au développement de notre travail.



- **Synthèse :**

Tout comme pour le sonore, l'approche topologique n'a pas été citée explicitement dans les recherches sur l'ambiance olfactive dans les travaux d'architecture et d'urbanisme, mais, nous avons constaté que tout comme pour le son, elle est basée sur l'existence d'un parcours, et des signaux olfactifs (odeurs dans le parcours), qui peuvent être détectés et décrits par les passants.

**Conclusion :**

La topologie qui existe dans tous les domaines actuellement, nous est venue des mathématiques, l'approche topologique dans la pensée architecturale avait existé depuis très longtemps comme une critique pour les architectes théoriciens et une tendance pour les architectes praticiens.

Nous avons essayé d'explorer à travers ce chapitre la définition de la topologie dans le domaine des ambiances, et nous avons trouvé que la notion des discontinuités ou des transformations continues caractérisent tous les types d'ambiance.

La notion de base dans la définition de la topologie est le parcours, il est l'élément clé sur laquelle repose non seulement la définition mais aussi l'outil d'analyse choisi par le chercheur, son importance renvoie au fait que nous essayons de le relier avec les sources des signaux qui permettra de mettre en exergue l'évènement topologique proprement dit.

La lecture topologique sera appliquée sur des cas de musées comme espaces architecturaux abritant une variété ambiante. Ce qui nécessite par conséquent, de cerner sémantiquement le musée, de l'explorer sur le plan chronologique et typologique en vue de parvenir à développer un modèle conceptuel spécifique à la topologie muséale ambiante, avec une méthodologie qui lui est appropriée.



**Introduction**

Le musée est l'un des équipements les plus conçus à travers le monde, dans l'ère actuelle, la conception des musées se multiplie, avec une architecture séduisante. Les nouveaux modes de conception liés aux expositions temporaires tendent à donner un nouveau souffle par la variation des flux de visiteurs, faisant du musée un équipement vivant et ouvert au monde.

Les grands flux de visiteurs, ont fait aussi varier les fonctions du musée ou on passe de la simple exposition à l'étude, la conservation et à l'éducation.

Devant cette diversité de thématiques liées aux musées, il est très difficile de dresser une typologie de l'architecture muséale. Nous avons remarqué un manque de références à ce sujet. En explorant les écrits sur la typologie liée au musée, nous avons trouvé qu'elle traite un des éléments influant sur la conception et non pas la conception elle-même. Si nous prenons le flux des visiteurs, nous allons remarquer qu'il existe plusieurs qualificatifs liés au musée en fonction des flux, tel que « le musée salon » : des lieux réservés à une élite et aux touristes en Europe, « le musée club » : c'est un foyer amical (faire de la peinture, écouter de la musique) on le retrouve en Amérique, « le musée école » : vise l'enseignement et l'éducation en pays de l'ex –soviétiques, « le musée attraction » : destiné à la foule. Cette typologie devient obsolète si nous prenons la conception des musées actuels qui prend en considération la diversité du public impliquant une variété spatiale, ou nous retrouverons dans le même musée, le salon, le club, ...

Considérés comme l'un des paramètres incontournables à prendre en charge lors de la conception de musées, les parcours diffèrent et varient selon l'intention première de l'architecte et en fonction du contexte spatial dans lequel ils sont projetés, raison pour laquelle on trouve plusieurs types de parcours dans les projets des architectes et qui sont classés en fonction de plusieurs critères préétablis. Nous citerons à cet effet, les éléments morphologiques de l'espace et la forme qui nous permettent d'obtenir trois types de parcours (Mariani. R, 2000) : Le type « linéaire », le type « labyrinthe » et Le type « centré ». Le qualificatif que l'on associe au musée selon le type de parcours, nous donne une typologie précise mais qui ne concerne en aucun cas l'aspect architectural du musée.

Dans l'enchaînement qui suit, nous tenterons d'explorer les typologies de musée présentées dans les travaux des spécialistes de l'espace muséal.

**1. Selon les critères de l'ICOM (l'Avant et l'après muséologie –muséographie) :**

Bien que la muséologie soit relativement ancienne, du moment qu'elle a commencé à être utilisée à partir du 18<sup>ème</sup> siècle, elle n'a pas été considérée comme science que jusqu'au 20<sup>ème</sup> siècle.

Selon L. A. Fernández (2010), La typologie muséale avait évolué en fonction de la muséologie qui est une science très ancienne, et qui a précédé dans son apparition les travaux liés à la muséographie. S'intéressant depuis son apparition aux raisons qui ont conduit à la

naissance d'un musée et à son évolution. Avant le 18<sup>ème</sup> siècle la muséologie avait apparu dans le *Quattrocento italien*, où l'on a remarqué que les grands collectionneurs avaient respecté certains aspects liés à la conservation pour une meilleure exposition des collections. La muséographie quant à elle et comme son nom l'indique n'est autre que la description des musées.

Lors du 18<sup>ème</sup>, l'exposition, les méthodes et les techniques sont devenues la préoccupation première des collectionneurs, cette époque avait été marquée par la naissance du premier traité spécifique à la science du musée, rédigé par Friedrich Neickel avec le nom de « Museographia » publié en 1727. (L. A. Fernández, 2010)

Dans les musées du 19<sup>ème</sup> siècle on assistait à une évolution sans précédant des notions de la muséographie. Les techniques qui lui sont attribuées et même l'espace de la conformation avaient considérablement changés. Cette période avait été caractérisée par la naissance des théories sur l'espace muséal entre l'aspect spatial et la réalité patrimoniale des œuvres d'art.

Nous passerons à ce qui a été appelé par les historiens de l'art « l'interprétation muséographique ».

Cette manière de faire avait impressionné plusieurs écrivains, citant *Goethe* lors de sa première visite à la Dresden Art Gallery, où il a publié une des premières théories modernes sur la double articulation entre le public profane (usagers), et le public initié (l'expert) pour la réussite de l'exposition. Ainsi fut l'Allemagne le pays pionnier des recherches muséologiques et des sciences de la muséologie, sous le patronage de deux personnalités remarquables : Gustav Waagen et Wilhelm von Bode.

Le 20<sup>ème</sup> siècle fut la période de la maturité des deux notions (muséologie, muséographie).

L. A. Fernández (2010), affirme dans ces écrits que cette époque de l'histoire avait été caractérisée par 03 périodes :

- 1ère période : avant la première guerre mondiale, une période dans laquelle il n'y a pas eu d'avancées.
- 2ème période : Entre les deux guerres, la naissance de L'OIM (international office of museum) qui a procédé à des publications régulières entre 1926 à 1946 du magazine *Museum*, et a également produit les deux volumes de *Muséographie*, première publication internationale sur les problèmes ou les menaces que chaque pays avait par rapport à cette question des musées.
- 3ème période : Naissance du Conseil international des musées (ICOM), ce dernier diffuse des informations d'intérêt muséologique et muséographique à travers son bulletin d'information. L'ICOM a été un véritable moteur d'impulsion de la muséologie et des musées. Malgré le développement des deux notions, leur définition paraissait encore confuse et toujours pas évidente, cette situation avait obligé l'ICOM à revoir le contenu sémantique des deux notions en question en le publiant en anglais et en français en 1970.

**La muséologie** est la science du musée ; elle étudie l'histoire et la raison d'être des musées, leurs fonctions dans la société, leurs systèmes particuliers de recherche, leurs impacts sociaux

en termes d'éducation et d'organisation, leurs relations avec l'environnement physique, et la classification typologique dont ils feront l'objet.

Par conséquent, la muséologie est placée entre les sciences humaine et sociale en raison de sa réalité patrimoniale et culturelle, et entre les sciences expérimentales pour des raisons techniques liée à la conservation et à l'espace architectural muséal.

**La muséographie** est un ensemble de techniques et de pratiques appliquées au musée qui permettent d'exprimer les connaissances muséologiques.

C'est-à-dire que la muséographie traite de divers aspects, de l'architecture aux aspects administratifs, à travers l'installation climatique et électrique des espaces d'exposition, Les activités de la muséographie sont évidemment techniques, affectant fondamentalement le contenu du point de vue physique et matériel.

I. Bayón Juan (2013) trouve en s'appuyant sur les travaux réalisés par L. A. Fernández (2010) que Les classifications sont nées au début du siècle dernier à cause des impératifs pédagogiques, et comme héritage de l'activité des élites éclairées de l'encyclopédisme. Le musée comme instrument de l'éducation devait être rendue intelligible aux écoliers et au reste des visiteurs.

Plusieurs auteurs ont mené des études sur *la typologie des musées*, conformément à des critères et à des principes variés tenant compte du contenu, de la discipline, des objets généraux, de la propriété spécifique, etc. Compte tenu de son autorité en la matière, nous devons valoriser le système de classification des musées actuellement utilisés par l'ICOM, qui traite de la nature des collections, en les regroupant en catégories (et en sous catégories Tableau IV. 01) comme suit :

- 1.1. Musées d'art (ensemble : beaux-arts, arts appliqués et archéologie)
- 1.2. Musées De l'histoire Naturelle En Général (y compris les collections de botanique, zoologie, géologie, paléontologie, anthropologie, etc.)
- 1.3. Musées De l'ethnographie Et Du Folklore
- 1.4. Musées historiques
- 1.5. Musées de science et techniques
1. 6. Musées des sciences sociales et des services sociaux
1. 7. Musées de commerce et de communication
- 1.8. Musées de l'agriculture et des produits du sol

**Tableau IV.01 : catégorie et sous-catégorie des musées selon l'ICOM**

Source : auteur, 2019.

La catégorie	La sous-catégorie
<b>1. Musées d'art</b>	1.1. De Peinture, 1.2. De Sculpture, 1.3. Gravure, 1.4. Des Arts Graphiques : Dessins, Gravures Et Lithographies, 1.5. D'archéologie Et D'antiquités, 1.6. Des Arts Décoratifs Et Appliqués, 1.7. D'art Religieux, 1.8. De La Musique,

	1.9. De L'art Dramatique, Du Théâtre Et De La Danse.
<b>2. Musées De l'histoire Naturelle En Général</b>	2.1. De géologie et de minéralogie, 2.2. Botanique, jardins botaniques, 2.3. De zoologie, jardins zoologiques, aquariums, 2.4. D'anthropologie physique.
<b>1.3. Musées De l'ethnographie Et Du Folklore</b>	
<b>1.4. Musées historiques</b>	4.1. « Biographiques », Se Référant A Des Groupes D'individus, Par Catégories Professionnelles Et Autres, 4.2. Et Des Collections D'objets Et De Souvenirs D'une Epoque Donnée, 4.3. Commémoratif (Souvenir D'un Evénement), 4.4. « Biographique », Se Référant A Un Personnage (Maison Des Hommes Célèbres), 4.5. De L'histoire D'une Ville, 4.6. Historique Et Archéologique, 4.7. De La Guerre Et De L'armée, 4.8. De La Marina
<b>5. Musées de science et techniques</b>	5.1. Des Sciences Et Techniques, En Général, 5.2. De La Physique, 5.3. D'océanographie, 5.4. De La Médecine Et De La Chirurgie, 5.5. Des Techniques Industrielles, Industrie Automobile, 5.6. Des Produits Manufacturés Et Manufacturés.
<b>6. Musées des sciences sociales et des services sociaux</b>	6.1. De La Pédagogie, De l'éducation Et De l'éducation, 6.2. De Justice Et De Police
<b>7. Musées de commerce et de communication</b>	7.1. Des systèmes monétaires et bancaires, 7.2. De transport, 7.3. Bureau de poste
<b>8. Musées de l'agriculture et des produits du sol</b>	

*Bien que cette typologie soit très logique et mondialement la plus réputée, elle n'offre pas dans notre cas la variété recherchée, vue que la plupart de nos musées abritent des œuvres d'arts et s'inscrivent tous dans deux ou trois catégories. Cette typologie n'a pas très dépendante de l'aspect architectural, mais beaucoup plus administratif.*

## **2. La typologie selon le ou les contenus :**

Il est à admettre qu'une typologie est une théorie implicite, une hypothèse sur les caractéristiques les plus significatives, qui doivent être interprétées. Les contenus sont les caractéristiques les plus déterminants du musée. Différents auteurs ont opté pour les lignes directrices de l'ICOM dans l'élaboration de leurs propres typologies de musées. Ce qui a permis à I. Bayón Juan (2013), de regrouper certains d'entre eux dans des catégories "selon le contenu" et « les disciplines », suivant cet ordre en découlent (Figure IV. 01) :

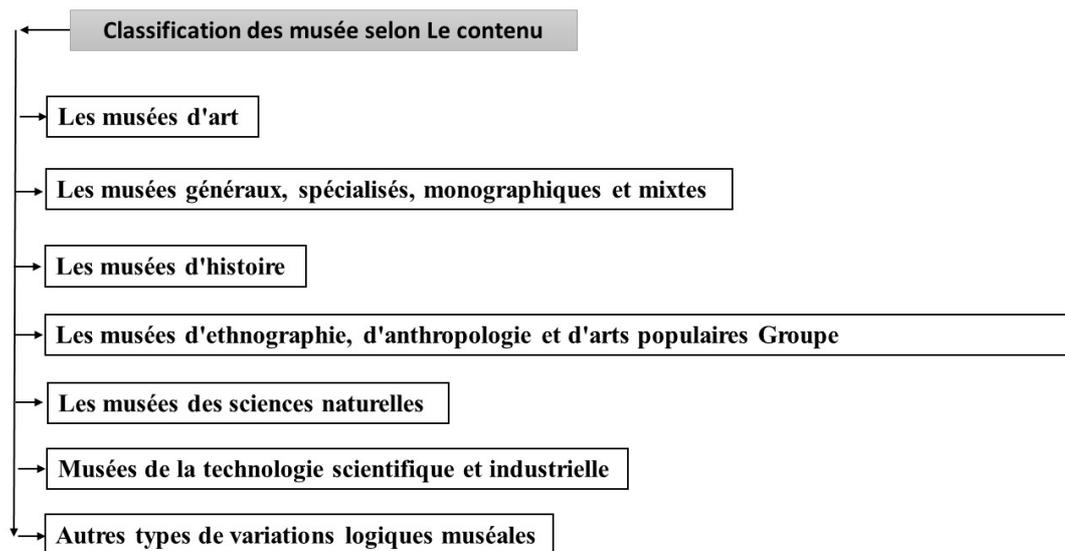


Figure IV. 01 : classification des musées selon le contenu exposé

Source : auteur d'après B. Juan, 2019.

### 2.1. Les musées d'art :

Les musées d'art sont ceux dont les collections sont composées d'objets de valeur esthétique, et ont été façonnés pour être exposés dans ce sens, même si ce n'était pas la première intention de leur concepteur. Ils comprennent non seulement la sculpture, mais aussi la peinture, les arts décoratifs, les pièces archéologiques...etc.

Ils présentent un usage quand la signification n'est pas ambiguë. Cela s'applique aux arts plastiques, bien que ça concerne aussi l'art moderne impliquant des problèmes de fond. Ils comprennent aussi, les musées qui reconnaissent, conservent et exposent des objets d'art ou d'art industriel appliqué de l'industrie. Non seulement la peinture, mais aussi la sculpture et d'autres moyens d'expression qui peuvent être appelés des arts décoratifs s'ils obéissent aux effets de la création autonome. (B. Juan, 2013)

### 2.2. Les musées généraux, spécialisés, monographiques et mixtes :

Les musées généraux créés au 18<sup>ème</sup>, 19<sup>ème</sup> et au début du 20<sup>ème</sup> siècle proviennent de la collecte privée. Ces musées abritent des collections spécialisées importantes, qualifiées de forme ou groupe dans plus d'une catégorie de spécialisation. Ils ont été créés pour promouvoir la connaissance parmi les habitants de la même région, localité ou même pays.

Une autre catégorie plus en accord avec la typologie moderne, est celles des musées spécialisés dont le rôle est d'approfondir les connaissances en matière de patrimoine grâce à cette sélection technique thématique présentée comme un moyen d'information. Au sein de la spécialité nous trouvons les musées monographiques, les villes-musées, les musées en plein air, les jardins musées, l'écomusée, les réserves et les parcs naturels, Tous ces éléments s'inscrivent parfaitement dans la définition du musée établie par l'ICOM dans son statut. Les musées en plein air ne sont pas situés dans des bâtiments conventionnels ou innovants, mais ils ont été créés pour montrer leurs objets dans une zone urbaine comme les limites d'un jardin, d'un parc, ou d'un lieu historique spécifique. Un écomusée est un instrument qu'un

pouvoir public et une population conçoivent en opérant ensemble. Il s'agit ici de l'expression de l'homme et de la nature. L'homme est interprété par le biais de l'activité muséal dans son environnement naturel. (B. Juan, 2013)

### 2.3. Les musées d'histoire :

Selon l'UNESCO, cette catégorie comprend les musées, le logement et les monuments historiques de musées en plein air qui évoquent ou illustrent certains événements de l'histoire nationale d'un pays. Toutes les disciplines qui soutiennent les différents types de musées concourent le domaine de l'histoire. D'où la complexité de la définition des musées historiques, pour cette raison, les différentes classifications de spécialistes, même s'ils sont basés sur les orientations et les propositions de l'ICOM, restent ambiguë. (B. Juan, 2013)

### 2.4. Les musées d'ethnographie, d'anthropologie et d'arts populaires Groupe :

Nous avons ces trois types de musées à caractère historique spécialisés appartenant à une classification indépendante parce qu'ils :

- Placent l'intérêt culturel avant le chronologique dans la présentation des œuvres ;
- Ils ont tous quelque chose en commun : ils sont essentiellement dédiés aux cultures. Ou aux éléments culturels préindustriels contemporains ou à ceux appartenant à un passé plus ou moins récent. (B. Juan, 2013)

### 2.5. Les musées des sciences naturelles :

Parmi les musées consacrés à un domaine de la science et classés génériquement comme « musées des sciences », les sciences de la nature, Les sciences exactes ou appliquées ainsi que le binôme (science / technologie) appartiennent à cette catégorie, alors que celles de, l'histoire de la science et de la technologie sont exclues, parce qu'elles sont considérées comme proprement historiques. Les musées des « sciences naturelles » appartiennent au domaine scientifique en étant les derniers vulgarisés pour le public. (B. Juan, 2013)

### 2.6 Musées de la technologie scientifique et industrielle.

### 2.7. Autres types de variations logiques muséales.

*Le contenu dans notre cas n'offre pas une relation forte entre les œuvres.*

## 3. Selon le mode de gestion (musées publics et musées privés)

Quelque soit les modèles des musées et leurs modes de financement, ils ont tous pour mission de conserver, de chercher, de diffuser un savoir, une connaissance et surtout, de satisfaire les demandes d'un public de plus en plus intéressé par la culture et auquel ils consacrent leurs loisirs. (Figure IV. 02)

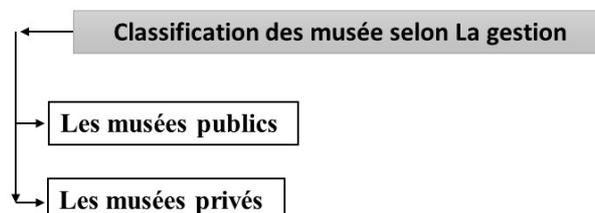


Figure IV .02 : classification des musées selon le mode de gestion

Source : auteur d'après B. Juan, 2019.

Les modèles d'architecture muséale dominants en Europe sont ceux inspirés du modèle français centralisateur, et du modèle Anglo-Saxons qui a été proposé par opposition au premier, bien que les deux modèles soient différents, leur mode de gestion reste le même.

Tous les deux utilisent des systèmes de gestion inspirés des expériences anglo-saxonnes, basés sur des conceptions néolibérales qui considèrent les musées comme des institutions génératrices de profits et gérées comme des entreprises ayant un poids sur le marché. Ils participent au secteur culturel et au monde du tourisme et des loisirs. La définition la plus convenable dans ce cas de figure, est qu'outre le modèle de ces musées, ils doivent s'adapter à leur environnement économique de plus en plus concurrentiel, et aux modèles de gestion les plus modernes. (B. Juan, 2013)

**4. Selon les besoins de l'exposition (Les Nouveaux centres d'art) :**

Poussé par un climat d'anxiété et d'incertitude causé par la culture de l'âge postmoderne dans les sociétés classées comme postindustrielles, chargé aussi d'une multitude de contradictions conceptuelles et sociales, Le musée a élargi sa réalité physique et sociologique à des limites insoupçonnées en s'ouvrant aux lignes directrices de la nature conventionnelle pour sa modernisation et à travers l'utilisation des ressources particulièrement innovantes et révolutionnaires, chose qui l'a rendu apte à s'adapter aux différentes mutations.

Parmi les espaces dédiés à l'art contemporain, nous devons différencier les musées institutionnalisés des centres d'art. Les centres d'art sont devenus très courant depuis les années quatre-vingt en se caractérisant par des espaces polyvalents permettant une diversité d'exposition protégées par des moyens technologiques avancés qui permettent des libertés stylistiques. Dans leurs genèses et leurs développements, les centres d'art ont eu comme référence le Kunsthall allemand (Figure IV. 03), un terme utilisé au niveau international pour Exprimez le concept spécifique d'espace culturel exposant l'art de notre temps. (B. Juan, 2013)



**Figure IV.03 : le kunsthall de Rotterdam**

**Source : Peressut L. B., 1999.**

La différence entre le musée d'art et le centre d'art, c'est que le premier est consacré à un ou à plusieurs domaines artistiques avec comme mission la sauvegarde et la préservation des collections, Alors que le centre d'art est un établissement dont les origines doivent être placées dans la commodité et le besoin de communauté d'être initié à d'art en s'imprégnant des

artistes locaux. A vrais dire, le Centre d'Art n'est pas un musée bien que sa réalité puisse être réduite à une sorte d'institution muséal selon la définition de l'ICOM. Pour certains spécialistes, les centres d'art ne sont pas des musées, les galeries d'art contemporain ne le sont pas non plus, à la différence près, qu'ils ont été conçus pour un intérêt purement financier. Le Centre d'Art est créé par et pour la communauté de son environnement. (B. Juan, 2013)

**5. Selon l'historique de l'évolution (évolution de la typologie muséale) :**

Nous les résumons dans la Figure IV. 04 et nous allons les développer dans les points qui vont suivre.

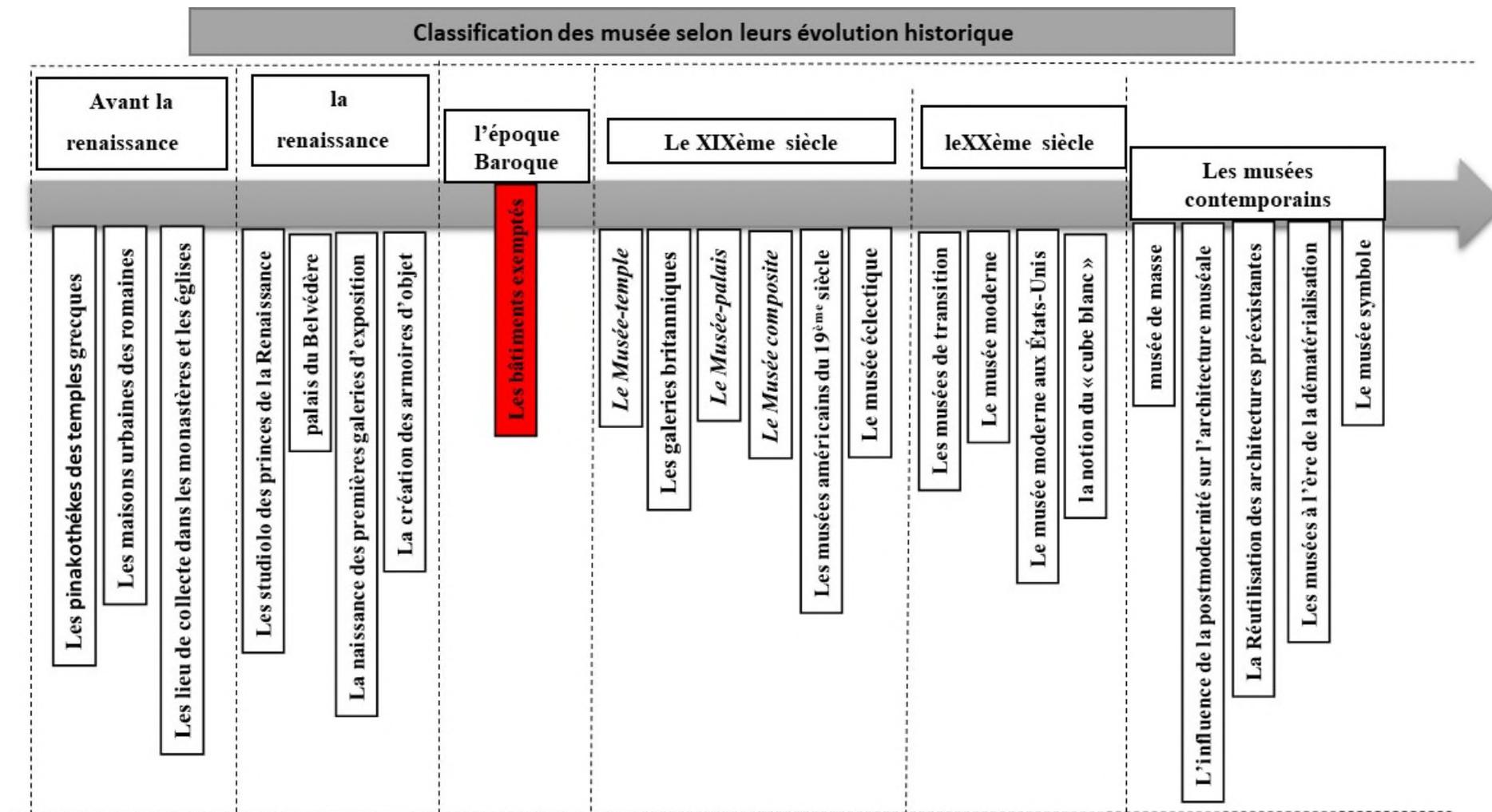


Figure IV.04 : classification des musées selon leurs évolutions historique

Source : auteur d'après B. Juan, 2019.

### **5.1. Avant la période de la Renaissance :**

Avant la période grecque classique, la collecte d'objets était un souci culturel, Mais la civilisation Grecque hellénique a rendu la collecte des objets produits par la création humaine un acte sacrée que tous les collectionneurs se presser de rassembler et de mettre dans un temple. Les principes de la collecte, remontent donc à la *Grèce* préclassique. Dès le 5<sup>ème</sup> siècle av. J.-C., nous avons la preuve que les Propylées de l'Acropole d'Athènes ont été dotés d'un pinakothéke sur une de leurs ailes, comme décrit par Pausanias où Ils ont montré des peintures. Dans le mouseion, les Grecs ont essayé de collecter les connaissances relatives au développement de l'humanité. Dans le pinakothéke ils gardaient en plus des œuvres d'art, des trophées et des trésors inouïs. Ainsi, on dénote une forte ressemblance entre le pinakothéke et nos musées actuels.

Si la collecte grecque était principalement réservée aux institutions religieuses ou civils, à *Rome* la collecte privée a prospéré, les collectionneurs déposaient dans des maisons urbaines leurs précieuses collections ou des empereurs ont également exposé des œuvres. Les Romains cependant n'ont pas créé d'institution spéciale pour contenir et conserver les collections publiques, mais ils ont converti leur palais et villas en des musées authentiques rassemblant d'innombrables œuvres d'art originales ou de copies grecques. (B. Juan, 2013)

Au *Moyen Âge*, des collections, des reliques et des objets divers ont été déposées et amassées par des pèlerins et des voyageurs dans les monastères. Toutes les églises avaient leur trésor contenu dans un espace de stockage prévu à cet effet, généralement de nature mixte : profane et sacré. Il s'agit dans cette période plus d'une accumulation que d'une collection. (B. Juan, 2013)

### **5.2. Durant la Renaissance :**

Alors que les collections étaient entre les mains de l'église, exposées dans les temples et les cloîtres, il n'y avait pas besoin de créer des espaces spéciaux pour eux. Tout a changé quand le collectivisme est devenu laïc et a commencé à être exercé par les princes et les nobles. C'est comme ça que le besoin de développer de nouveaux types d'espaces pour préserver et exposer est nait.

Les premières architectures spécifiques ont été érigées à Rome, Florence, Mantoue et Urbino, elles s'inspiraient des modèles de l'Antiquité pour créer des Loggias ouverts aux jardins pour la conservation des sculptures et des peintures. Cette manière de faire sera une des premières formes de galeries. (B. Juan, 2013)

#### **5.2.1 Les studiolo des princes de la Renaissance :**

C'est le premier lieu de collection en Italie de la Renaissance, un lieu de retraite et de réflexion où les princes gardaient des livres et des objets. Ce n'est donc pas une architecture dédiée à l'exposition, mais plutôt une évolution de l'espace isolé du trésor médiéval.

Federico de Montefeltro a créé son célèbre studiolo dans le château d'Urbino au milieu du 15<sup>ème</sup> siècle. Le studiolo de Francisco I dans le Palazzo Vecchio à Florence, était l'un des plus connu de l'époque, une petite pièce sans fenêtres couverte de voûte en berceau et équipée d'armoires encastrées et de portes secrètes. (B. Juan, 2013)

#### **5.2.2 Les palais du Belvédère :**

À Rome, à la fin du 15<sup>ème</sup> siècle, le pape Innocent VIII avait ordonné la construction des palais du Belvédère. Ces palais ont été conçus pour créer une relation entre le théâtre en plein air, les jardins et le lieu d'exposition des collections dédiées aux statues antiques.

L'ensemble des Belvédères était la matérialisation des premières typologies des futures galeries. Florence était un autre foyer de la renaissance de la collecte. Les Medicis étaient les premiers collectionneurs de l'époque, ils conservaient leurs collections dans leurs cours et les salles de leurs palais. Et à cause de l'espace qui est devenu insuffisant, ils ont construit un bâtiment qu'ils ont nommé « musée » pour la première fois depuis l'antiquité, ils ont fini par déplacer la collection à cet endroit qui semblait être plus approprié pour couvrir les besoins d'espace et des visites. Il est à remarquer que la collection Medicis pourrait être visitée avec une simple demande, ils étaient les premiers à désigner quelqu'un pour s'occuper de leurs œuvres, et c'était Bertoldo, (sculpteur, archéologue et disciple de Donatello) le premier conservateur connu, qui avait comme rôle de prendre soin des œuvres, de l'agencement et de la protection des pièces de l'armoire. (B. Juan, 2013)

Vasari avait construit en 1559 un bâtiment de trois étages, l'Uffizi, un nouvel espace urbain qui entourait une rue, cet espace assurait une connexion entre la ville médiévale et la nouvelle ville, projeté autour du Palazzo Pitti. Le projet avait des similitudes curieuses avec celui du Belvédère.

### **5.2.3 La naissance des premières galeries d'exposition :**

La galerie était un nouvel espace, anticlassique, fermé, qui combinait les fonctions de promenade, conversation, contemplation des œuvres d'art et des loisirs. Le modèle se répand en Italie et dans toute l'Europe. (B. Juan, 2013)

En France, à la fin du Moyen Age, nous remarquons l'usage excessif d'un type d'espace allongé assurant une liaison spatiale entre les différents espaces des bâtiments de l'époque. L'innovation de la galerie Fontainebleau dont la décoration avait respecté celle des loges et des espaces italiens fermés, avait été reprise comme exemple dans la plupart des palais français de l'époque.

Au milieu du 15<sup>ème</sup> siècle, nous avons remarqué dans la conception des galeries, l'influence du modèle Italien et Français, et c'est jusqu'au début du 17<sup>ème</sup> siècle que la galerie était devenue réellement un espace de contemplation des œuvres d'art, présentée comme une pièce spéciale dans les palais et les villas de la noblesse, souvent entourée de jardin. (B. Juan, 2013)

Au cours de ce siècle Rome avait vu la naissance de nombreuses galeries dans des palais ou des villas nobles. Nous trouvons donc la Galerie Borghèse au Palais Pamphili ou Palais Colonna. En France, toute résidence nobiliaire avait une galerie habituellement très décorée. Les plus connues de l'époque étaient celles de Louis XIV : la galerie d'Apollon au Louvre et celle des Miroirs de Versailles.

En Angleterre, la galerie se situait souvent dans l'extension de la bibliothèque du salon. L'espace allongé et éclairé par l'un de ses côtés comme le cas des extensions de la Bodleian Library d'Oxford. Ce qui a été le cas aussi en l'Allemagne jusqu'à la première moitié du 18<sup>ème</sup> siècle. Et c'est au milieu du 18<sup>ème</sup> siècle qu'on a assisté au déclin des galeries en tant que pièce fondamentale de la collection et des résidences noblesse. (B. Juan, 2013)

### **5.2.5 La création des armoires d'objet :**

Parallèlement aux galeries destinées à exposer des œuvres d'art, de nouveaux espaces ont été réfléchis et prévus à des fins scientifiques, ces espaces de recherche ouverts à tous les chercheurs ont pris le qualificatif de : Cabinet ou Caméra des merveilles.

Les termes allemands *Kunstkammer* (réunion d'œuvres artificielles) et *Wunderkammer* (collection d'objets extraordinaires) correspondent aux espaces dotés par des armoires d'objets depuis le 14<sup>ème</sup> siècle. Si la galerie était une pièce allongée et grande, l'armoire est une pièce plus restreinte spatialement et de forme carrée généralement. Si la galerie est un lieu somptueux, luxueusement décoré, dans l'armoire les objets s'accumulent sans aucune ornementation en étant disposés de manière à ce qu'il y ait de la place pour le plus grand nombre d'objets. (B. Juan, 2013)

### **5.3 Le musée de l'époque Baroque :**

L'art baroque a apporté un épanouissement de l'art en favorisant les espaces d'exposition pour une meilleure valorisation des collections. C'est réellement dans cette période de l'histoire ou l'on pensait au musée en tant que bâtiment autonome. Le premier bâtiment construit à des fins muséales était le musée Ashmolean à Oxford.

Bien que le musée cohabite avec la bibliothèque, le laboratoire et l'école d'histoire naturelle, nous pouvons le considérer comme la première architecture spécialement conçue pour la conservation et l'exposition des collections. Le musée a ouvert en 1683, et a dû attendre jusqu'au 19<sup>ème</sup> siècle pour que l'opération de déménagement des collections puisse s'effectuer afin que le bâtiment les abrite.

Le *Kunstkammer* de Pierre le Grand fut un autre bâtiment construit pour abriter des collections à Saint-Pétersbourg, conçu comme un musée d'art et d'histoire naturelle, et considéré ainsi comme une bibliothèque ou Académie des sciences. L'exemple le plus remarquable du musée baroque italien sera la villa que le cardinal Alessandro Albani a élevé à Rome, elle était destinée à abriter la grande collection de sculpture antique que le Cardinal formait. (B. Juan, 2013)

Toutes ces tentatives de créer des espaces autres que les galeries et les armoires avaient développé de nouvelles traditions qui ont abouti au musée néoclassique. La mentalité de tri et le nouveau statut attribué au musée a fait naître une nouvelle conception architecturale, celle des musées en tant que bâtiments exempts.

### **5.4. Une architecture de l'espace muséal :**

La croissance des collections a commencé à rendre le modèle des galeries ou des armoires insuffisantes, ce qui a poussé les collectionneurs à réfléchir pour trouver une solution en envisageant la possibilité de tout mettre dans un seul espace. Ils ont d'abord commencé par grouper les collections en fonction de leur nature en les exposant au public. L'espace devait être montré comme espace narratif, veillant sur la cohérence à la succession d'objets afin d'assurer une forme d'intelligibilité. (B. Juan, 2013)

Au cours du 19<sup>ème</sup> siècle, le musée sera inscrit en tant qu'espace de grande puissance intellectuelle. Il devient un temple de la connaissance qui unit science et art et qui doit répondre à deux exigences, à savoir :

1. Une architecture majestueuse,
2. L'accueil des collections encyclopédiques,

Les arguments de l'époque portaient sur la revendication du droit du citoyen à connaître son patrimoine, à éviter que les œuvres ne se détériorent dans des caves, de permettre aussi aux jeunes artistes de connaître directement les grands maîtres, et d'impressionner les étrangers en leurs montrant la grandeur de la nation.

Ainsi, dans la ville du 19<sup>ème</sup> siècle, le musée a été consolidé comme un bâtiment important dans le contexte urbain avec une fonction sociale définie. Pour remplir ce rôle important, le musée a adopté une série de types qui s'étaient développés pendant l'ère néoclassique. À partir du milieu du siècle, la consolidation de plusieurs modèles élaborés et définis a engendré des nouveaux qualificatifs typologiques :

1. **Le Musée-temple** : Généralement un temple grec mais aussi néo-roman.
2. **Le Musée-palais** : De forme rectangulaire, développé autour de patios, combinant l'éclairage zénithal et latéral
3. **Le Musée composite** : Développé à la fin du siècle et créé par l'ajout d'espaces ou de bâtiments divers. (B. Juan, 2013)

Le choix du type de musée dépendait de la collection, de sorte que la galerie abritait des peintures ; le musée-temple abritait les sculptures et les sciences naturelles ; et le musée-palais abritait diverses collections telles que les collections supplémentaires à caractère historique national.

#### **5.4.1. Le Néoclassicisme**

Dans les musées d'avant le 18<sup>ème</sup> siècle, et contrairement aux équipements qui existaient à l'époque, la centralité n'existait pas encore, et ce n'est que lorsqu'on a cherché dans l'antiquité romaine des références historiques pour ce nouveau modèle architectural que l'on a donné à l'espace une structure classiques en fonction des pièces exposées. C'est à cette époque qu'on remarque le retour à la centralité en plan, privilégiant ainsi la contemplation faisant du musée un lieu symbolique pendant plus de deux siècles. Le musée avait ensuite évolué vers des solutions modernes dont l'aboutissement fut le Guggenheim à New York. (B. Juan, 2013)

Le néoclassicisme britannique s'est inspiré du Panthéon et de la Villa Adriana, l'architecte Robert Adam fut celui qui a apporté aux îles les modèles vus lors de son voyage en Italie. Concevoir un lieu à caractère centralisé avec ce que nous appelons aujourd'hui rondpoint comportant des niches pour loger des statues, était le modèle le plus parfait de l'époque, nous citerons à titre d'exemple le Newby Hall dans le Yorkshire, réalisée entre 1767 et 1779.

Le musée néoclassique sera donc le premier bâtiment musé à part entière dans le répertoire classique caractérisé par sa conception des espaces intérieurs. (B. Juan, 2013)

#### **5.4.2. Les notions du musée-palais et du musée-temple :**

Entre la fin du 18<sup>ème</sup> et le début du 19<sup>ème</sup> siècle, des nouveaux modèles alternatifs ont vu le jour. Beaucoup d'entre eux sont l'évolution des galeries combinées avec les ronds-points ou avec les éléments centraux en plan, c'est au cours de cette époque que la création d'une enceinte quadrangulaire très proche des anciennes villas romaines est née.

C'était le modèle d'un bâtiment carré avec patios, cette architecture à l'époque était valable pour les musées ou les bibliothèques, appelé les musées du palais, tels que la Glyptothèque de Munich.

Le musée du Prado a été construit entre la fin du 18<sup>ème</sup> et le début du 19<sup>ème</sup> siècle, il avait une influence remarquable sur la typologie muséale de l'époque. Le bâtiment de Juan de Villanueva se distinguait par son caractère longitudinal et ses entrées à différents niveaux pour s'adapter au terrain. Ce complexe, avec plusieurs entrées et plusieurs couloirs, s'éloigne du concept de la galerie pour aborder la complexité des futurs musées du 19<sup>ème</sup> siècle. Dans sa structure, il combine entre la tradition de la galerie et de la rotonde avec d'autres références telles que le palais et le temple. Le musée du Louvre, palais reconvertis en musée, a été ouvert au public pendant la période de la Révolution française en 1792 avec accès gratuit. La plupart des œuvres proviennent des collections royales ou d'autres saisies de la noblesse. C'est à cette époque que le musée est devenu très répandu comme équipement. (B. Juan, 2013)

Ce modèle a eu une énorme influence sur l'architecture des musées du 19<sup>ème</sup> siècle, il est devenu une référence constante pour la construction de ces bâtiments en Europe et aux États-Unis. Il était derrière l'émergence du type « musée-palais » qui est une construction libre, carrée ou rectangulaire, avec une ou plusieurs cours, avec des galeries sur le périmètre ou une succession de pièces en enfilade. La façade a montré l'importance du bâtiment en reproduisant le portique d'un temple grec aux ordres classiques qui marquent une présence remarquable dans l'environnement urbain.

#### 5.4.2.1 Le néoclassicisme en Allemagne :

La Glyptothèque fut la première à être construite par Leo Von Klenze lors d'un concours d'architecture, le bâtiment était composé d'un étage de forme carré autour d'une grande cour intérieure. Avec la Glyptothèque s'annonce la tradition du musée-palais. La nouveauté apportée par le modèle Klenze, était dans ses galeries juxtaposées et la combinaison de l'éclairage zénithal avec le latéral tout en offrant aussi la possibilité d'avoir divers parcours (Figure IV. 05). Le bâtiment a été relativement isolé pour prévenir d'éventuels incendies en ayant un caractère monumental avec une composition architecturale très claire.

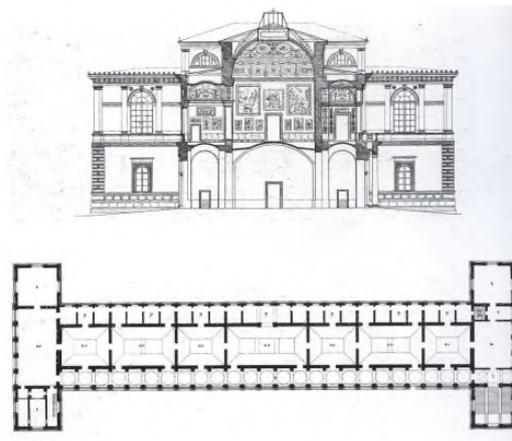
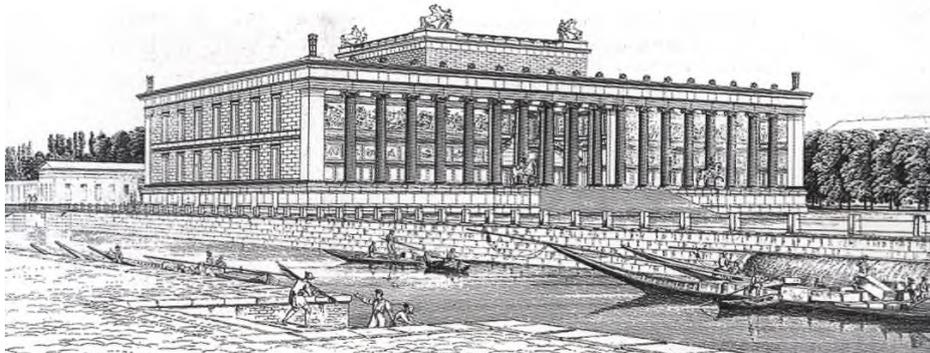


Figure IV. 05 : Alte pinakothéke de Klenze  
Source : Peressut L. B., 1999.

La renommée des Musées conçus par Klenze à Munich avait atteint toute l'Europe. Tous les dirigeants de l'époque voulaient en avoir de mêmes, le Tsar Nicholas l'a même appelé pour construire un bâtiment à côté du Palais d'Hiver pour la Collection Catalina la Grande. Ainsi a été construit entre 1839 et 1849 le musée « impérial des Beaux-Arts de San Petesburg », connu sous le nom de l'Hermitage. (B. Juan, 2013)

Le bâtiment le plus ancien qui aura une grande influence plus tard était celui du musée Altes de Karl Friedrich Schinkel (Figure IV. 06), il était un musée du palais avec deux cours dont la partie centrale est matérialisée par un grand rond-point et dont la façade principale a un grand portique ionique avec un escalier. L'influence du Musée Altes sur l'architecture des musées du 19<sup>ème</sup> siècle était énorme. Schinkel avait suivi les modèles Boullée et Durand en réduisant l'échelle et en simplifiant le schéma. (B. Juan, 2013)



**Figure IV. 06: Altes museum de Karl Friedrich Schinkel**  
Source : Peressut L. B., 1999.

#### **5.4.2.2 Les galeries britanniques :**

Le fait d'organiser l'exposition selon des critères chronologiques et selon une intention didactique, est considéré comme une technique qui aidait à faire une sélection des pièces à montrer à l'époque du 19<sup>ème</sup> siècle, et cela a généré le besoin de répartir les collections selon la chronologie historique.

Goethe a proposé l'idée originale de séparer les œuvres en deux groupes : ceux qui sont montrés au public et ceux qui sont réservés aux chercheurs. Ce schéma avait été respecté tout au long du 19<sup>ème</sup> siècle, il était très proche du principe des bibliothèques.

Au début du 19<sup>ème</sup> siècle, l'architecte John Soane a continué avec la tradition des galeries et les systèmes d'éclairage suspendus perfectionnés. Il a appliqué ses idées à la galerie Dulwich, la grande contribution de Soane est la création d'une succession d'espaces presque abstraite avec un excellent éclairage zénithal, surmontant le modèle néoclassique d'Adam en enlevant à l'architecture toutes les décorations qui rivalisaient avec les œuvres d'art exposées, Le British Museum ouvert en 1759 s'est révélé être un des meilleurs exemples de l'époque. (B. Juan, 2013)

Quand le roi Jorge IV a fait don de sa bibliothèque, il a accepté la création d'un nouveau bâtiment qui a été commandé à Sir Robert Smirke. Ce dernier avait respecté une disposition

quadrangulaire de style néo-grec autour d'une grande cour, c'est-à-dire un modèle de type musée Palais. Portant le nom de la National Gallery, le bâtiment correspondait à l'origine au type de galerie avec une succession de pièces le long de la façade principale qui se caractérisait par un grand portique classique. La salle d'exposition principale était couverte d'un dôme et d'un grand escalier donnant sur l'axe du bâtiment, L'étage supérieur de la galerie est éclairé par le plafond. (B. Juan, 2013)

Par ailleurs, Il est à remarqué aussi pour cette période que contrairement au style classique de l'époque, le musée de l'université d'Oxford était conçu dans un style néo-gothique. (B. Juan, 2013)

#### **5.4.2.3. Les musées américains du 19<sup>ème</sup> siècle :**

Aux États-Unis, les musées naissent grâce à une collection privée, ouverte au public à partir de bâtiments existants. Mais à partir du milieu du siècle, les architectes ont construit des bâtiments destinés à être musée. En général, un langage néoclassique a été utilisé ou même néo-gothique jusqu'à la fin du siècle, une architecture plus définie a émergé avec un langage éclectique en relation avec les beaux-arts.

En 1844 le Wadsworth Atheneum à Hartford était ouvert au public, Avec ce bâtiment l'architecture américaine des musées a changé pour la première fois du style classique au style gothique, une tendance qui a été consolidée en 1855 avec le bâtiment de la Smithsonian Institution. (B. Juan, 2013)

Au cours du dernier quart du 19<sup>ème</sup> siècle, les modèles des musées américains se sont variés considérablement, on optait pour l'éclectisme en fonction des éléments de la Renaissance de l'école des Beaux-Arts française. Ce changement était très évident à Philadelphie avec l'inauguration du bâtiment gothique victorien de l'Académie des Beaux-Arts en Pennsylvanie et l'achèvement de la construction du Musée d'Art de Philadelphie.

Le bâtiment de Philadelphie avait influencé le Metropolitan Museum de New York conçu en 1880 à l'est de Central Park. Il était construit en brique rouge et en pierre, de style néo-gothique, et grâce à son éclectisme on lui a rajouté une deuxième aile, et un traitement de la façade principale avec une touche plus artistique. (B. Juan, 2013)

#### **5.4.2.4 Le musée éclectique :**

Dans la première moitié du 19<sup>ème</sup> siècle, nous avons remarqué une adaptation aux usages muséaux d'un type architectural très commun dans les bâtiments publics. Le changement remarqué dans les musées de palais était la décoration qui combinait de plus en plus d'éléments différents et discrets.

Dans la seconde moitié de ce siècle, d'autres types de bâtiments ont commencés à apparaître, ou dans certains cas, on commençait avec un bâtiment existant auquel plusieurs corps ont été ajoutés, dans d'autres cas, le tout était refait. Ceci est devenu très commun pour les musées d'histoire nationaux, recréant ainsi les environnements de chaque époque. Parmi les exemples de ce type de musée, le Conservatoire des Arts et Métiers de Paris et le National museum de Nuremberg. (B. Juan, 2013)

### 5.5. L'architecture et le musée au 20<sup>ème</sup> siècle :

Les grandes transformations sociales et culturelles du début du 20<sup>ème</sup> siècle ont également affecté le musée. Ils ont changé son concept, sa fonction sociale et la manière avec laquelle on exposait. Tout cela a généré un type de bâtiment très différent de celui qui avait été connu jusque-là. Une architecture différente, un concept différent de l'art et une révolution scientifique qui a coïncidé avec les progrès éducatifs et avec les nouvelles façons d'exposer.

Le musée ne sera plus un sanctuaire national d'art ou de science, mais un instrument didactique, une machine de recherche, un outil pour la conservation et la transmission des connaissances. (B. Juan, 2013)

Au début du 20<sup>ème</sup> siècle, le musée était déjà un organisme complexe au sein duquel ont coexistées diverses fonctions suivant divers types de parcours, ce qui implique une nouvelle architecture plus appropriée.

#### 5.5.1 Les musées de transition :

Au début du 20<sup>ème</sup> siècle, le musée était une institution de prestige social, un symbole de l'identité bourgeoise situé dans l'air urbaine de la ville. La sensibilité et l'évolution du goût ont fait que le musée soit perçu comme un lieu de plaisir sensuel et sensoriel de l'art.

Le travail Otto Wagner qui a conçu sous trois décennies, allant de l'architecture historiciste à la composition classique jusqu'à l'architecture moderne, montre le mieux la transition du musée du 19<sup>ème</sup> siècle vers le moderne, (Figure IV. 07) Ses dernières propositions ont apporté un grand progrès aux sociétés modernes.

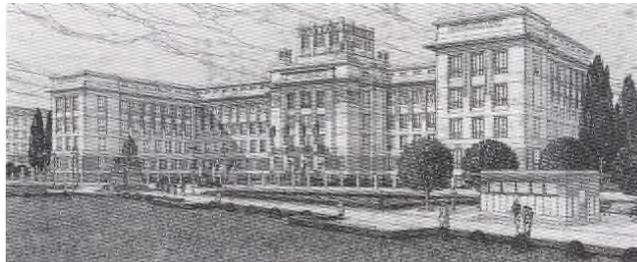


Figure IV. 07 : projet pour le kaiser de Vienne conçu par Wagner  
Source : Peressut L. B., 1999.

En citant *Tony Garnier*, nous parlerons du Prix de Rome en 1901. L'architecte a conçu une ville entière, la Cité Industrielle, où quatre bâtiments abritaient des collections situées tous dans une partie de la zone culturelle (musées (Figure IV. 08), bibliothèque, jardin botanique, hall d'exposition et restaurant). Le musée était composé de trois grands corps rectangulaires interconnectés, avec un accès principal au centre du bâtiment, cédant à un espace totalement diaphane, éclairé par des hautes fenêtres. Le modèle avait les caractéristiques du type de palais avec une cour ouverte en plan en forme d'un U.

Un autre projet développait à l'époque, est celui de la collection de mariage Krölller-Müller, dans un lieu qui a harmonisé l'art et la nature. L'architecte *Henry van de Velde* avait pris en charge ce projet, mais après la crise de la fin des années 20, les dessins ont été réduits et le projet a été complètement modifié, il a un seul étage, un périmètre en briques et un toit plat avec des puits de lumière. Le bâtiment se développe longitudinalement, les pièces formaient une succession d'espaces rectangulaires interconnectés par les angles. Ce modèle était inspiré

des palais du 19<sup>ème</sup> siècle, mais les développements internes avec l'interconnexion fluide des chambres et le changement dans l'axe faisaient de ce musée un des meilleurs exemples des musées modernes. (B. Juan, 2013)

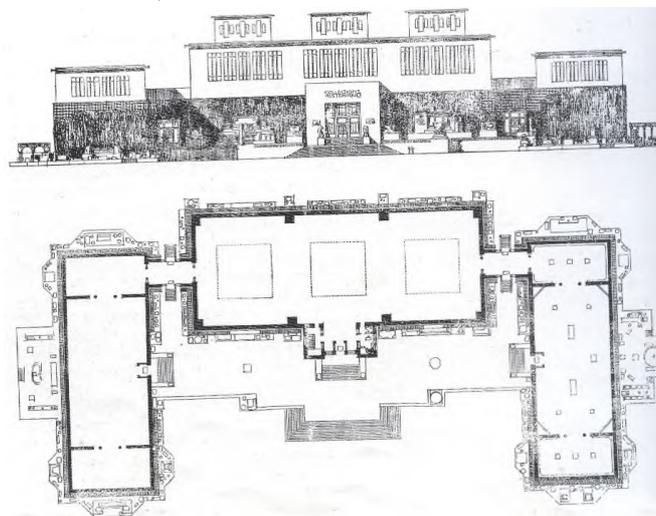


Figure IV. 08 : façade et plan de musée proposé par Tony Garnier (cité industrielle)  
Source : Peressut L. B., 1999.

### 5.5.2 Le musée moderne :

Le concept de musée moderne décrit dans les premières décennies du 20<sup>ème</sup> siècle, a été parfaitement mis au point dans les années 30. Le projet allait dépendre du terrain et de l'orientation, il est devenu plus complexe en prenant en compte de nombreuses variables telles que : l'accessibilité, le parcours, etc.

Trois architectes ont joué un grand rôle dans cette formulation de ce nouveau style, à citer : Auguste Perret, Le Corbusier et Mies van der Rohe. Leurs conceptions ont généré trois prototypes qui avaient tous des origines lointaines dans les modèles du 19<sup>ème</sup> siècle. **Perret** avait sorti au monde une proposition d'un bâtiment formé par un noyau central, dédié au plaisir et à la contemplation des d'œuvre d'art, composé de nombreuses galeries. Le béton armé fut le matériau proposé par Perret, l'éclairage serait zénithal pour les peintures et latéral pour les sculptures. Ce modèle ne s'est jamais matérialisé bien que Perret ait construit plusieurs musées différents de ce modèle qu'il a proposé.

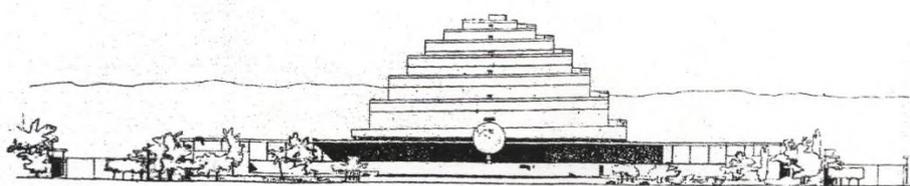


Figure IV. 09 : projet du musée mondial du mandaneum, la Grèce conçu par Le Corbusier  
Source : Peressut L. B., 1999.

**Le Corbusier** avait créé le concept du voyage muséographique continu et illimité (Figure IV. 09), rompant ainsi avec le principe du 19<sup>ème</sup> siècle des salles successives linéaires. Il a introduit les nouvelles possibilités spatiales et structurelles offertes par les nouvelles

structures des pilotis, et la préfabrication. Le résultat est une galerie de croissance illimitée, enroulée autour d'elle-même comme une spirale.

Pour *Mies van der Rohe*, le musée était conçu beaucoup plus comme un lieu de plaisir qu'un lieu de conservation des œuvres d'art. Son idéal est un espace d'exposition continu où les panneaux et les objets sont placés dans un espace fluide dans lequel les piliers disparaissent. Il matérialise cette conception pour la première fois au Cullinan Hall de Houston dans les années 50. Il a montré que l'architecture moderne du plan ouvert ouvrait des nouvelles possibilités à l'espace d'exposition. Le musée était plus libre et flexible. (B. Juan, 2013)

### 5.5.3 Le musée moderne aux États-Unis :

Dans les premières décennies du siècle, les musées américains ont continué à utiliser les modèles du siècle précédent pour revenir par la suite au style néoclassique, dans un langage d'abstraction croissante et de débogage formel.

Le premier musée qui a réussi à surmonter les anciens langages est le MOMA de New York, fondé en 1929 et conçu par Philip Goodwin et Edward Durell Stone (Figure IV. 10). Ce bâtiment abritait l'œuvre de la première exposition du style international, en utilisant en 1932 une architecture totalement moderne. Le bâtiment utilise la typologie de l'immeuble de bureaux en l'adaptant à l'usage du musée, les plantes qui se chevauchent empêchent l'éclairage au plafond, mais la structure des piliers et le plancher libre permet une grande flexibilité intérieure.

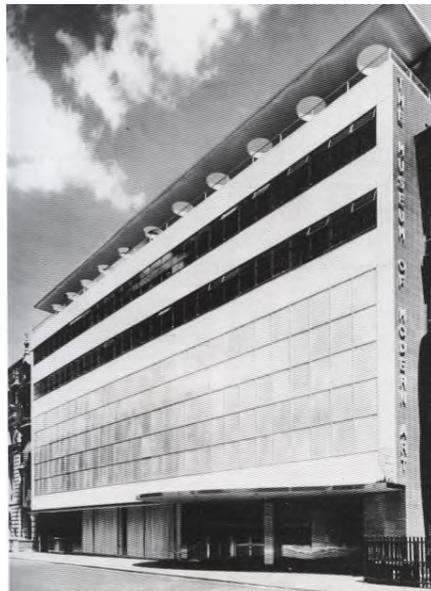
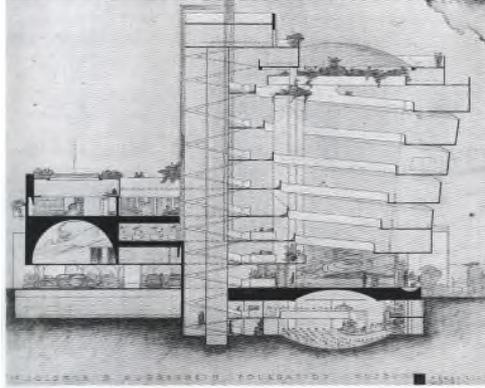


Figure IV. 10: Museum of modern art, New York, 1939

Source : Peressut L. B., 1999.

Le musée le plus reconnaissable et le plus influent de cette période était celui conçu par Wright pour Salomon Guggenheim, sur la Cinquième Avenue à New York, construit entre 1957 et 1959. Il s'agit d'une galerie hélicoïdale à six niveaux, avec un auditorium au sous-sol et quatre étages de bureaux. La pièce principale se développe avec une rampe qui se rétrécit en descendant. L'éclairage des peintures est résolu avec des entrées de lumière au-dessus de la rampe. Wright a introduit la troisième dimension en traversant l'espace dans le sens horizontal

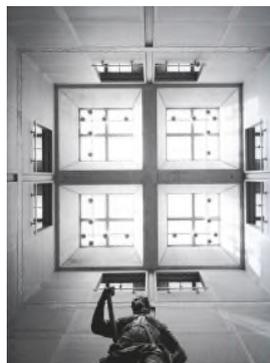
et vertical (Figure IV. 11). L'intention était de créer une nouvelle expérience d'exposition plus en accord avec le monde moderne et sa nouvelle architecture. Sa grande contribution est l'espace dynamique qui relativise l'œuvre d'art et l'enrichit en la soumettant à d'innombrables points de vue, et la culmination magistrale de l'union entre deux grandes traditions : la galerie et le rond-point. (B. Juan, 2013)



**Figure IV. 11 : coupe du projet du Guggenheim Museum**  
Source : Peressut L. B., 1999.

Louis I. Kahn a apporté une grande contribution à l'architecture des musées à travers trois œuvres construites entre les années 50-60. A partir d'une conception très similaire à celle de van der Rohe, l'héritier du musée du temple, il s'est basé sur la modulation structurelle et spatiale, en aboutissant à la création d'espaces modulés qui ont préparé les propositions postmodernistes des années 80. Pour la galerie d'art de l'Université de Yale, il a créé une grande surface sans cloisons intérieures, divisée seulement par un noyau de communications et d'installations. (B. Juan, 2013)

Pour le musée d'art Dimbell de Fort Worth, il a introduit le plafonnier, organisé l'usine en six baies parallèles couvertes de voûtes en béton avec une entrée éclairée. Dans le Yale Centre d'art britannique de New Haven (Figure IV. 12), l'éclairage est également zénithal, et l'espace est à nouveau modulé avec des panneaux.



**Figure IV. 12 : vu du plafond du Yale center for british art**  
Source : Peressut L. B., 1999.

#### **5.5.4 L'émergence de la notion du « cube blanc » Après la Seconde Guerre mondiale :**

Dans la période de l'Après la guerre, un nouveau type de musée fait son apparition en ayant un grand impact sur le contexte Européen ainsi que sur le contexte américain, c'est le musée de paradigme: « le musée comme **cube blanc** », le cube blanc de la modernité, liée à l'espace universel de Mies van der Rohe, qui dépassait à l'époque les idéologies et exprimait un concept de l'art lié à la neutralité, au minimalisme et à l'immensité, quand Brian O'Doherty publié en 1976 "Inside the white cube", l'impact fut immédiat, il a défini ce cube comme un mécanisme de transition qui a tenté d'annuler le passé, de contrôler l'avenir avec des concepts tels que la présence et le pouvoir. C'est à travers cet espace, dépourvu de décoration, où les murs assument une existence entre le concret et l'abstrait, que l'on a cherché un contexte neutre et pur pour les œuvres d'art. Il atteindra un point où ce qui compte n'est pas que l'œuvre d'art exposé, c'est plutôt l'espace blanc tout autour qui confère au musée une image archétypale du 20<sup>ème</sup>. (B. Juan, 2013)

Le musée du cube blanc est propre et artificiel, un espace consacré à la technologie de l'esthétique. Il est spécialement dédié à magnifier l'art abstrait en étant étroitement lié à la conception de l'art moderne. Le MoMA, l'un des premiers musées ayant introduit le concept du cube blanc développe cette vision de la modernité comme un chemin qui culmine dans l'abstraction.

## **5.6. Les musées contemporains :**

### **5.6.1 Du musée moderne au musée de masse :**

Le musée moderne était un bâtiment techniquement complexe, avec des pièces précises, il est entré en crise avec l'arrivée du musée de masse. Le musée a cessé d'être statique et a commencé à acquérir des qualités telles que l'adaptabilité à un environnement variable, la possibilité d'expansion et la flexibilité de ses espaces. Les premières réactions contre le cube blanc et contre l'association du musée au mausolée commençaient à apparaître dès les années 70. Les idées relatives aux espaces de Van der Rohe ont été reprises par une nouvelle génération.

Le musée avait cessé d'être un temple ou une maison de trésor, Le meilleur exemple de ces nouvelles idées sera le Centre Pompidou ouvert en 1977. C'est un projet manifeste d'un nouveau style architectural, qui enjambe le bâtiment organique Guggenheim à New York et le minimalisme du MoMA. Le Pompidou a opté pour la démocratisation de la culture, avec des intentions claires pour se rapprocher de l'industrie du tourisme et du concept de la revitalisation des quartiers urbains, il était le précurseur de l'idée du musée global postmoderne. C'est le symbole de la fin de l'ère du musée moderne, cette approche architecturale est le résultat d'un concours remporté par les architectes Renzo Piano et Richard Rogers, le bâtiment est lié de manière précise par rapport à son environnement urbain, les circulations et les installations jouent un rôle iconique important et donnent le caractère industriel que le centre montrait. C'est aussi un lieu essentiellement flexible, qui permet une organisation extrêmement ouverte avec un placement des circulations principales dans les baies latérales. (B. Juan, 2013)

### **5.6.2 L'influence de la postmodernité sur l'architecture muséale :**

Avec la naissance de la postmodernité et les bâtiments tels que le Kunstmuseum Stuttgart ou le musée d'art moderne de Francfort, le musée avait symbolisé un nouveau type de construction communautaire. Chaque ville a fait de son musée son catalyseur social dont sa visite est devenue un spectacle ou le contact avec le nouveau musée devenait l'un des plus intenses, donnant aux villes un nouveau visage et une nouvelle vie.

Dans la postmodernité coexistent deux courants : le premier lié à la révision historique, alors que le second est carrément déconstructiviste. Les musées du premier courant préconisent le retour au modèle du 19<sup>ème</sup> siècle (espaces successifs, itinéraires préétablis et image classiciste) mettant ainsi l'accent sur la crise de l'architecture moderne. Les hypothèses strictes du style international s'étaient avérées inefficaces pour résoudre les problèmes engendrés par la transformation trop rapide de la société, et il n'était pas facilement adapté à toutes les traditions et les cultures. D'autre part, les bâtiments conçus à l'ère de la modernité répondaient à un certain nombre de critères telles que la capacité d'accueil et le flux constant des visiteurs, ils ont été submergés par l'énorme croissance du public, la création des nouvelles fonctions que le musée a dû assumer et les collections n'ont ni cessé, ni augmenter. (B. Juan, 2013)

La Stuttgart Staats galerie est l'un des paradigmes du musée postmoderne. Avec sa présence urbaine presque monumentale, la profusion de citations et d'éléments empruntés à l'histoire, et l'organisation des salles classiques avec des parcours unidirectionnelles, font de ce travail un exemple très imité plus tard.

### **5.6.3 La Réutilisation des architectures préexistantes :**

L'utilisation des vieux bâtiments pour installer des musées est une tradition profondément enracinée comme l'illustre parfaitement le palais du Louvre qui a été transformé en musée pendant la révolution. L'installation d'un musée dans un bâtiment à architecture historique entraîne de nombreuses difficultés, les bâtiments ne couvrent généralement pas l'espace et les besoins d'éclairage requis aujourd'hui, ils ne permettent pas non plus de gérer le grand flux des visiteurs. En outre, les interventions nécessaires pour adapter les espaces sont en conflit avec la conservation du patrimoine architectural. Cependant, ces bâtiments représentent beaucoup d'avantage, grâce à leur localisation dans l'environnement urbain. Dans de nombreux cas, le bâtiment lui-même fait partie intégrante de la collection. (B. Juan, 2013)

L'action dans cette ligne qui marquait plus clairement le passage du musée moderne au musée de masse était l'expansion de la National Gallery of Art à Washington. Le nouveau bâtiment est séparé de la construction originale par une rue et apparaît comme un bâtiment exonéré, mais se connecte à l'ancien à travers le sous-sol. L'image de l'expansion, massive et abstraite, contraste avec l'architecture néoclassique du musée primitif. (B. Juan, 2013)

L'extension du Louvre était également l'œuvre de Pei, et comprenait excavation de la grande place intérieure de l'ancien palais pour localiser le vestibule, les magasins et d'autres services. L'intervention a modifié le système de distribution du bâtiment en adoptant une disposition centralisée et plus flexible.

Enfin, l'agrandissement de la National Gallery à Londres, le travail de Robert Venturi, a été particulièrement apprécié par certains comme la meilleure solution à la crise de la modernité.

Le musée paradigmatique d'Orsay de Paris, qui défiait le canon moderne du 20<sup>ème</sup> siècle avec son labyrinthe intérieur est l'un des musées les plus remarquable de son époque. Les architectes de l'équipe ACT ont transformé l'ancien bâtiment en trois voies. À partir de 1980, Gae Aulenti a pris en charge le projet et a fait une transformation radicale des concepts précédents en les adaptant à un nouveau plan muséographique. Ce n'était jamais une boîte divisée en partitions immobile, mais des petites galeries fermées à travers lesquelles vous atteignez le navire, le grand espace central est recouvert d'une multitude de niveaux, de rampes et d'escaliers. Le musée d'Orsay est un lieu spectaculaire à visiter, peut-être le plus articulé des musées dans la fusion entre passé et présent. (B. Juan, 2013)

#### **5.6.4 Les musées à l'ère de la dématérialisation :**

Certains courants architecturaux ont tenté de faire disparaître l'effet de bâtiment comme œuvre architecturale à exposer aux visiteurs. Ainsi, le bâtiment de musée efface sa matérialité pour se dissoudre de son contexte, il est dilué dans le paysage ou l'environnement urbain, qui est dédié uniquement à créer des conditions environnementales et spatiales pour que les fonctions muséales soient exécutées.

Cela coïncide avec une nouvelle façon plus ouverte et moins traditionnelle de concevoir le musée. La nouvelle vague, créait à partir des expériences des écomusées, des musées en plein air les théories de la nouvelle muséologie, les architectes avaient essayées d'obtenir les fonctions du musée en dehors de ce contenant hermétique sacré dans lequel le musée était prisonnier pendant des siècles.

Cette dématérialisation a pu être réalisée grâce aux progrès technologiques avec lesquels des bâtiments quasi transparents ont été créés où l'architecture disparaît visuellement en fusionnant avec l'environnement. Les bâtiments de Norman Foster, qui sont caractérisés par leurs légèretés et leurs transparences, de sorte que leurs produits apparaissent comme des structures légères traversées par la lumière illustrent parfaitement cela. Les espaces sont totalement flexibles, sans piliers ni tuyaux. La lumière pénètre à travers les plafonds ou les baies vitrés, avec des lucarnes réglables. La « **dématérialisation de l'architecture** » était le thème principal de la Kunsthaus Bregenz (Figure IV.13), un immeuble de Peter Zumthor qui est situé juste à côté du lac de Constance, avec une peau continue et semi-transparente faite d'une double couche de panneaux en verre translucide. Un musée qui a choisi de fusionner avec le paysage jusqu'à disparaître de la vue. (B. Juan, 2013)



**Figure IV. 13 : la Kunsthaus Bregenz**  
Source : Peressut L. B., 1999.

### **5.6.5 Le musée symbole :**

Le bâtiment du musée constitue une séquence importante dans la ville, tout comme les bâtiments administratifs, religieux ou culturels. Au 21<sup>ème</sup> siècle le musée surpasse tous les autres dans son caractère symbolique et emblématique. Le bâtiment du musée a dû être transformé en une icône, avec une image reconnaissable et transmissible dans un repère sur une échelle citoyenne et même internationale. (B. Juan, 2013)

Pour cela, l'architecture du musée est devenue une sculpture gigantesque sur un plateau ou une tour de silhouette reconnaissable. Le musée le plus représentatif de cette nouvelle image de la monumentalité et des médias est le Guggenheim de Bilbao (Figure IV. 14). Frank Gehry avait déjà expérimenté des formules similaires au Musée de l'Air et de l'Espace à Los Angeles ou au Vitra Museum of Design à Weil am Rhein. Ce musée a été créé pour donner une nouvelle identité à une ville en crise nécessaire pour restructurer son paysage urbain et industriel. En même temps, la Fondation Guggenheim voulait s'offrir un espace qui pourrait contenir des œuvres de musée à peine installables dans les zones traditionnelles. Le résultat a rempli l'objectif de créer un nouveau repère urbain qui génère une puissante dynamique touristique et culturelle. (B. Juan, 2013)



**Figure IV. 14 : le Guggenheim de Bilbao.**  
Source : Peressut L. B., 1999.

Du point de vue architectural, le bâtiment est ce qu'il est grâce à l'informatique. Ce musée est devenu une icône mondiale de l'architecture et de l'art contemporain, il a eu un impact décisif en architecture, pas seulement sur l'architecture muséale. Gehry a conçu l'idée d'un musée et ensuite il a cherché une ville. Son idéologie, en tant que manifeste, a été soulevée dans le discours d'ouverture. Les autres symboles de musée sont ceux de Daniel Libeskind : le musée juif de Berlin et le Musée Felix Nussbaum d'Osnabrück. (B. Juan, 2013)

La grande utopie du musée postmoderne est l'inclusion du local dans ces grands musées de l'art contemporain international, ainsi que de l'art ancien ou classique. Les musées actuels ne sont plus en concurrence pour leurs collections, mais soutiennent tous des expositions et des concepts muséographiques. Mais dans une plus grande mesure, ceux qui sont en compétition sont les villes à représenter dans leurs musées.

*Cette variété typologique retrace l'évolution des typologies muséales, la seule partie qui nous intéresse cependant et la toute dernière, vu que nos cas d'étude ont tous été réalisés durant la période actuelle. Nous pouvons grâce à cette partie comprendre l'influence du modernisme sur l'architecture muséale actuelle,*

## **6. Selon la forme architecturale :**

Dans la partie typologie élaborée en fonction de l'évolution historique, nous avons distingué que le musée en tant qu'édifice architectural à part entière a vu le jour lors du 19<sup>ème</sup> siècle et c'est à partir du 20<sup>ème</sup> siècle que l'on assista à la naissance des musées qui ont marqué le référentiel architectural mondial. Pour ce qui est de l'époque qui a marqué les musées de notre recherche, nous allons nous focaliser sur la période allant des années 90 à nos jours.

### **6.1. Les typologies des musées contemporains selon les courants des années 90 :**

S. Zhang (2013) avait publié un article sur les caractéristiques des années 90, Les années 90 ont été une décennie prospère dans le monde, révolutionné par le numérique et l'informatique ; les téléphones cellulaires, les PC et Internet ont complètement changé le style de communication et le style de vie des gens.

Dans ce contexte, les architectes ont continué à mouler la tradition, le modernisme, le post-modernisme et le modernisme tardif dans des formes qui correspondent aux besoins de leurs clients. Les architectes ont conçu des musées pour les besoins des propriétaires, les influences régionales et pour les environnements environnants, garantissant encore la diversité des styles.

Dans les années 1990, la tendance principale du discours architectural était de mélanger tous les styles à l'exception des paradigmes de complexité. Ensemble avec trois théories contemporaines très éminentes, *postmodernes*, *l'écologie postmoderne* et le *nouveau modernisme*, un paradigme de complexité relativement nouveau est devenu le style actif et un point focal. La conception du bâtiment devient plus compliquée et nécessite l'intégration de disciplines, ce qui stimule également un nouveau discours autour de la tendance *du paradigme de la complexité*.

Peu importe le style auquel les architectes adhèrent, s'occuper de l'environnement, des utilisateurs et de la ville deviennent les objectifs communs de tous les architectes dans les années 1990.

Les architectes se souciaient de l'impact qu'auraient leurs bâtiments sur l'environnement ; ils ont parlé de la nécessité de concevoir des bâtiments qui consommeraient moins d'énergie, créent moins de pollution et utilisent moins de ressources naturelles.

#### **6.1.1. Le postmodernisme dans les années 1990 :**

L'exemple vif du « hangar décoré » est représenté dans l'extension très contestée au National Gallery à Londres, complété en 1991.

Les idées postmodernes de Robert Venturi peuvent être expliquées en utilisant l'*écléctisme* pour changer le style moderne raide en particulier en utilisant le style architectural historique. L'architecture devrait avoir "l'ambiguïté et le Paradoxe", et créer une vitalité désordonnée pour remplacer l'abstrait stérile du modernisme du style international.

La double forme codée est une combinaison de technologie, de matériels et de méthodes modernes pour faire de l'édifice postmoderne une entité qui communique avec le public. Itsuko Hasegawa indique clairement ce point dans l'article de 1991 « Architecture as Another Nature ». Face au rationalisme de l'architecture moderne, qui n'a aucune émotion impliquée ni la participation des usagers, les auteurs ont soutenu que l'architecture doit inclure les usagers. Elle a également souligné que l'architecture est la seconde nature, l'intermédiaire entre la nature et l'homme. (S. Zhang, 2013)

Ce type d'attention à la relation entre l'architecture et la nature, peut également être trouvé dans le style régional exprimé dans la maison propre de l'architecte **postmoderne** Frank O Gehry. En tant que fidèle suiveur de Robert Venturi, l'architecte américain Frank Gehry a expliqué ses idées postmodernes dans son article « His Own House » (1991).

Le postmodernisme dans les années 90 persiste quant à l'idée de définir l'architecture comme langue dont le langage hybride va recoudre la ville fragmentée sans qu'il soit traditionnel. Le postmodernisme avait une influence durable et large dans les années 1990, ce qui a constitué un port idéal pour l'écologie postmoderne et pour le nouveau modernisme.

#### **6.1.2. Le nouveau modernisme et la déconstruction :**

Lorsque le postmodernisme acceptait la décoration historique, le modernisme essayait de l'éviter. Le déconstructivisme était contre les deux tendances avec un refus du compromis référence et décoration. *Le déconstructivisme*, également appelé le *nouveau modernisme*, a commencé en 1976 au début comme une forme de postmodernisme qui rejetait complètement le modernisme. Il fondait sa conception sur les traditions vivantes : **formes et processus**, s'appuyant sur des modèles passés, travaillés avec une intégration transparente du passé et du présent en utilisant des types et proportions et d'éléments classiques. L'architecture déconstructiviste est identifiée par ses formes fragmentées.

En 1999, Gehry utilise ses projets pour enregistrer le processus de transition du postmodernisme au Nouveau modernisme. Dans Bilbao, Frank Gehry avait conçu le Musée Guggenheim comme un bâtiment asymétrique revêtu de titane.

Il a mis Bilbao de nouveau sur la carte et a relancé son économie locale, ramenant ainsi un nouveau souffle touristique à toute une ville. Le bâtiment a été conçu à l'aide du logiciel CATIA, le programme français utilisé pour développer des avions de chasse. La forme chaotique illustre comment contrôler la masse par l'ordinateur, la technologie de production est capable de transformer des composants personnalisés de telle sorte que chaque partie du bâtiment soit différente du reste.

Daniel Libeskind's avait publié en 1991, un article dont l'intitulé est « Upside Down X », il est l'un des articles influents du nouveau modernisme. Dans cet article, l'auteur est contre la rationalisation fonctionnelle moderne et le manque de sens et d'intention chez les architectes rationalistes. Les architectes ne maîtrisaient plus la vision ; La structure, la construction.... Son argument a culminé la conscience des usagers qui devaient penser l'architecture comme une image (S. Zhang, 2013)

### **6.1.3. Ecologie postmoderne dans les années 1990.**

L'écologie postmoderne obtient ses sources des idées post-moderniste, le modernisme et le traditionalisme. Il a également été doublement codé en critiquant le modernisme et le traditionalisme tout en sélectionnant quelques éléments des deux. L'écologie postmoderne est très importante aujourd'hui et sera la théorie principale à l'avenir. Elle se base sur l'ensemble de la société qui s'occupe davantage de la durabilité et l'environnement sain, mais évidemment, ce ne sera pas le seul choix pour l'avenir. (S. Zhang, 2013)

L'écologie postmoderne a commencé en 1969 avec la publication du livre d « un chef-d'œuvre avec la nature » par Ian L. Milling, le grand architecte paysagiste au monde. Ce livre a été le pionnier du concept écologique, il a planifié la préservation ce qui a été construit depuis les années 1960. Les idées principales du postmodernisme Ecologie dans les années 1990 ont été exprimées dans les articles suivants :

« Les Principes de Design » de Team Zoo, publiés en 1991, portent sur la conception d'un bâtiment qui exprime des caractéristiques naturelles et culturelles régionales. Team Zoo prétend que la réalisation de l'harmonie dans l'architecture et l'environnement sont basés sur l'écologie. L'architecture comme extension de la nature et une nature améliorée et nous a donné un moyen d'apprécier la nature.

« L'architecture verte » de Brenda et Robert Vale, publiée en 1991, a critiqué les fausses idées sur ce que l'on croit être « architecture verte ». L'architecture est un moyen de vivre dans la nature sans la détruire. Il a exprimé l'essence même de l'écologie postmoderne en rejetant l'exploitation du caractère des modes de vie et de production industriels et commerciaux.

Le Musée de l'Or a été inauguré en 2004 comme l'un des premiers musées de Taiwan à être conçu comme un écomusée.

### **6.1.4. Le paradigme de la complexité :**

La complexité est une théorie relativement nouvelle. Le paradigme de la complexité comprend tous les différents points de vue et de style, son pluralisme agit comme une réaction au globalisme.

Le paradigme de la complexité réagit contre le « formalisme » qui représente une compréhension obsolète du monde. Il englobe des termes et des méthodes qui définissent mieux la complexité découverte dans les domaines naturels. Et le monde artificiel comme les fractales, la dynamique non linéaire, la théorie du chaos et les systèmes auto-organisés.

Le paradigme de complexité pense que le processus de conception "linéaire" est obsolète et l'architecture est devenue sans signification par la répétition et la médiation par fixation typologique. (S. Zhang, 2013)

Dans « Urbanisme d'infrastructure » par Stan Allen en 1999, Le paradigme de la complexité cherche un moyen d'organiser les complexités de l'architecture par l'intermédiaire de l'infrastructure. L'urbanisme d'infrastructure comprend L'architecture comme une pratique matérielle et une façon de résoudre les complexités de l'architecture elle-même.

Les propositions de Stan Allen sont les suivantes, pour le Musée d'art contemporain de Tainan, connu comme le centre d'études bouddhistes de Taiwan. Prenant une idée d'un

quartier de temple à proximité, nous avons conçu un cadre rectiligne simple pour abriter les galeries et les bijoux comme des chiffres pour les programmes publics.

En réponse à un appel d'offres pour un musée d'art contemporain situé dans un contexte historique sensible, notre projet travaille avec des relations de part à d'autre qui permettent à différentes échelles de fonctionner simultanément. La ligne de toit active établit une présence distincte sur le site, tandis que l'échelle des blocs de la galerie remet le nouveau bâtiment dans le tissu de la ville. Cet assemblage d'éléments réguliers et auto-similaires crée une différence locale tout en conservant une cohérence globale.

#### **6.1.5. Modernisme tardif ou « High Tech » :**

Le modernisme tardif n'est pas la théorie dominante dans les années 1990. « The Case for the Tectonic » de Kenneth Frampton en 1990, raconte la principale caractéristique de la modernité tardive qu'on appellerait plus tard le « high-tech » ou « techno-architecture », qui se concentre sur la tectonique et les matériaux. La construction reste essentiellement tectonique plutôt que scénographique ou l'architecture est considérée comme l'art de la construction.

Le rôle de l'ingénieur devrait être l'exploration de la nature des matériaux et l'utilisation de ces connaissances pour produire des qualités spéciales. Les matériaux sont utilisés pour contrôler et dominer l'industrie. Tout cela révèle les principales caractéristiques du modernisme tardif. Le modernisme tardif prend des idées stylistiques et des valeurs du modernisme à l'extrême pour ressusciter un langage architectural terne. Il définit l'architecture en tant que technologie et met l'accent sur la technologie et l'autonomie de la forme. (S. Zhang, 2013)

On citera « THE NATIONAL ART CENTER » Minato-ku, situé à Tokyo (Figure IV. 15), conçu par l'architecte Kisho Kurokawa, ce complexe futuriste sans collection permanente a ouvert ses portes comme l'incarnation de musée « du 21<sup>ème</sup> siècle ». Doté d'une immense façade en verre « High Tech » et d'une superficie d'exposition de 14.000 m<sup>2</sup>, le Centre national d'art de Tokyo, est installé au cœur de la plus grande ville du monde, dans le quartier cosmopolite et branché de Roppongi. Avec le musée de la Tour Mori et le musée Suntory rénové, Roppongi peut se flatter d'un « triangle » culturel dédié à l'art moderne.



**Figure IV. 15: THE NATIONAL ART CENTER » Minato-ku**

**Source : <http://www.nact.jp/english/>,2019**

*Nous avons eu la confirmation dans cet article que la scène architecturale n'est pas toujours occupée par une théorie et un style principal. Cependant, chaque mouvement avait sa part de critique. Certaines critiques ont accusé le modernisme dans sa pure forme d'ignorer les besoins affectifs des gens ; d'autres ont vu que le postmodernisme, était superficiel dans ses références au passé. Pendant ce temps, certains critiques ont affirmé que le déconstructivisme était choquant et inapproprié et que le postmodernisme écologique porte en lui l'espoir de préserver l'environnement et la naissance de la notion de durabilité.*

*Cette typologie reste plus qu'intéressante pour notre recherche dans la mesure où elle permet l'identification de l'architecture en fonction du courant de l'architecte, sauf que ça ne représente pas une règle générale du moment que le même architecte appartenant à un courant peut produire en dehors de son courant une ou plusieurs œuvres.*

## **6.2. Des ambiguïtés typologiques, un architecte pour plusieurs courants :**

R.P. Johnson avait publié en (2013) dans sa thèse de doctorat dont l'intitulé était « The Bechtler museum of modern art : The architecture and discourse Of a single-donor modern art museum ». Il a essayé à travers sa thèse d'étudier typologiquement le « The Bechtler museum De Mario Botta ». Dans l'architecture contemporaine, la forme architecturale joue un rôle primordial dans le jugement architectural qui mène à qualifier une architecture. Le musée contemporain est un musée à variable conceptuelle multiple, qui en plus des contraintes du site, doit laisser une empreinte architecturale de celui qui l'a conçu.

Si le traitement de la façade peut donner des explications sur la tendance ou le courant respecté par l'architecte, l'insertion dans l'environnement, et le rapport de l'extérieur vers l'intérieur, l'aspect architectural global ne peut-être appréhender sans le parcours qui est l'élément primordial dans la conception d'un musée. La lecture du parcours se fait par rapport aux plans, aux élévations et aux différents détails architecturaux et techniques qui mettent en exergue le projet.

Selon, R.P. Johnson (2013), il est possible de dresser une typologie de l'espace muséale rien qu'on utilisant une analyse architecturale (car une conception architecturale pourrait provenir d'une imprécision typologique) on peut se débarrasser des divers discours incarnés dans le musée et ses pratiques d'exposition.

Malgré la résonance sémantique de son nom, le Bechtler s'inscrit dans l'art moderne, la typologie des musées est encore plus problématique. Afin de critiquer le musée Bechtler de l'Art moderne, il faut vraiment connaître le Bechtler, pas comme le dernier d'une séquence de progression des musées d'art moderne, mais comme une itération de l'idée d'un musée de l'art moderne dans un mode particulier, le musée à donateur unique.

Les deux galeries conçues par Mario Botta pour Andreas Bechtler n'ont rien en commun, le seul élément qui les relie est le fait que le bâtiment soit souvent en rapport avec son contexte. La conception pour le site de Little Italy exigeait une spirale d'escalade vêtue de bandes horizontales de pierre contrastante, centrées sur un bas-ventre, et atteignant toujours une vue plus large sur la rivière et les bois. Le bâtiment de Charlotte, de l'autre main, est un exercice

de creuser un cube, découpant un coin inférieur de sorte que la vue de la ville semble être accessible depuis des points au sein du musée.

### **6.2.1. Une typologie des éléments architectoniques en fonctions des architectes :**

Botta a travaillé très brièvement pour le cabinet de *Le Corbusier* et reconnaît ouvertement l'influence de l'architecte sur son propre travail. En fait, les dessins et les représentations architecturales de Botta utilisent souvent la figure de Corbusier's Modulor, son système de dosage anthropométrique, pour fournir une échelle. Le musée Bechtler de Botta semble plus ou moins ludique pour faire référence aux cinq points corbuséens de l'architecture moderne. Le plan d'étage ouvert rendu possible par la grille de structure où les colonnes sont les plus visibles dans la grande galerie du quatrième étage, une galerie qui a la souplesse d'être reconfiguré en fonction du besoin pour les expositions ; Chaque étage inférieur diffère en taille et en forme par rapport aux autres.

Au lieu des fenêtres en ruban, Botta opte pour des étendues de verre de plus grande taille, mais construit des bandes horizontales de carreaux avec un brise-soleil à travers eux, donnant l'apparence de long Rubans.

Bien que cela puisse être lue comme un geste conceptuel ludique appartenant aux références corbuséennes, en considérant le bâtiment dans son ensemble, l'éclairage supérieur diffusé de la galerie principale est un aspect de L'héritage de Botta et de *Louis Kahn*, un autre architecte avec lequel Botta a brièvement travaillé.

Kahn a conçu un système similaire dans le Kimbell Art Museum dans le Fort Worth, Texas (terminé en 1972) et a écrit avec éloquence le potentiel des espaces éclairés dans Les volumes primaires. Encore là, Botta a fait une signature à lui-même - il conçoit souvent des espaces éclairés pour les musées et les bâtiments religieux.

### **6.2.2. Une typologie en fonction des architectures :**

En 1998, Victoria Newhouse a publié *Towards a New Museum*, un livre qui est devenu une base pour de telles études. Une édition révisée et élargie est apparue en 2006. L'analyse de Newhouse de l'architecture se déroule typologiquement, en se référant au livre de Douglas Davis, « *The Museum Transformed* » (1990) qui a reconnu que le musée était "devenu une architecture qui véhicule des expressions "et qu'avec le Centre Pompidou, l'évolution du musée avait passé de la « contemplation sereine des œuvres d'art » à une autre politique qui ne se limite pas juste à l'exposition des œuvres d'art. Le nouveau programme d'architecture muséale était enrichi par les salles de conférences, les théâtres, les restaurants et les librairies à côté des galeries et des espaces de travail ; Le résultat était une institution «de type musée » adaptée au public et à son époque. (R.P. Johnson, 2013)

R.P. Johnson (2013) avait essayé d'effectuer une lecture de l'espace architectural du Betchler museum en fonction de l'analyse de V. Newhouse. La première analyse de Newhouse a permis d'élaborer sept types d'architecture de musée ; sa révision avait ajouté un nouveau type, le « **musée virtuel** », considéré comme l'un des types les plus originaux de notre ère.

Nous commencerons par le musée comme « **divertissement** » qui était venu souscrire tous les types de musées avec une augmentation de la notion de commerce et de l'expérience de visite des galeries.

Le musée comme « **Cabinet de curiosités** », en s'appuyant sur Nikolaus Pevsner et d'autres chercheurs, Newhouse trace le cabinet des curiosités du studiolo italien du début du 17<sup>ème</sup> siècle et du Wunderkammer qui l'a suivi à travers l'histoire des collections privées princières, qui se sont développées dans les grands musées publics d'Europe. (R.P. Johnson, 2013)

**Cas du bechtler** : le plan lié à une galerie en dehors de la ville correspond bien au principe du cabinet de curiosité. V. Newhouse relève et note une préoccupation relative à la conception d'une galerie pour loger et afficher une collection, c'est celle de l'attitude du collectionneur à l'égard de l'institutionnalisation de l'art. Qu'il s'agisse de collection donnée à un musée existant ou un musée créé récemment.

Certains collectionneurs ont soutenu que le cadre typique du musée adoucit l'impact de l'art, préférant généralement un réglage qui ressemble à une maison. Le musée Bechtler ne ressemble pas à une maison, mais affiche largement les transitions entre la galerie et la maison familiale par les affichages.

Le musée comme « **espace sacré** », V. Newhouse avait classé les musées en fonction de leur sacralité spatiale, suivant une analyse de l'histoire des musées qui trace le développement de l'art en tant que « religion laïque ». En commençant par un travail de synthèse relatif au propos des commentateurs et des historiens allant de Quatremère de Quincy à Paul Valéry, passant par des contemporains tels que Brian O'Doherty et Carol Duncan, elle discute les vicissitudes de l'architecture sympathique et la galerie architecturale neutre. Sa réflexion fut soldée par une critique du MoMA de New York qui selon elle s'est vidée de son âme en prenant l'aspect d'un cube blanc mortel. (R.P. Johnson, 2013)

**Cas du bechtler** : Le mémorial des donateurs est peut-être le côté obscur du cabinet de curiosités qui grâce au Newhouse va devenir un espace sacré. Certains mémoriaux des donateurs et musée de l'art moderne, pourraient être considérés non pas principalement un acte de philanthropie, mais plutôt une tentative de sécuriser le statut social de toute une famille.

Le musée comme « **un espace rituel** », Dans leur essai pionnier "Le musée d'art moderne en tant que rituel capitaliste tardif : une Analyse iconographique ", Carol Duncan et Alan Wallach soutiennent que les musées d'art sont les monuments cérémoniels qui présentent des œuvres d'art dans le cadre d'un programme iconographique dans un contexte rituel. Duncan et Wallach, ayant établi le MoMA aux côtés d'églises, de temples, des sanctuaires et de certaines configurations de palais comme une sorte d'architecture cérémonielle, ont présenté une taxonomie supplémentaire des musées dans leur article de 1980 intitulé « The Universal Survey Museum », en arrivant au grand musée municipal ou national consacré aux enquêtes sur les anciens maîtres de l'art monumental à travers les âges. (R.P. Johnson, 2013)

**Cas du bechtler** : L'espace rituel ne semble pas lui être approprié autant que qualificatif, et Le musée par ailleurs, n'est pas seulement un Itinéraire ou un texte, mais un bâtiment en premier lieu.

### **6.3. Entre tendances, courants, ou anatomies architecturales :**

Rob Gregory (2008) dans son livre « 100batiments majeurs du 21<sup>ème</sup> siècle », essaie de donner une définition à ce qu'il appelle l'anatomie architecturale, qui selon lui permet de comprendre

l'architecture comme aménagement spatial. Ce dernier est né d'un travail entre la forme et la matérialité que l'architecte effectue en définissant par les cloisons de séparation les caractéristiques spatiales et architecturales de chaque entité.

Si nous prenons l'étude historique des silhouettes architecturales qui caractérisent notre environnement, nous allons remarquer que tous les soucis liés aux effets architectoniques ou techniques sont mis de côté pour que l'étude soit plus objective. Nous allons juste nous intéresser aux aspects qui décrivent l'architecture en elle-même comme conception, ou espace conçu. De ce fait les éléments mis en exergue seront les agencements entre les différents espaces dans les plans, les manières de traiter le plein et le vide dans les parois, les caractéristiques des parois, tel que la légèreté, la perméabilité la transparence...etc. cette méthode nous permettra de comparer un large éventail de réalisations sans se soucier des tendances, et des courants, toutes les conceptions seront au même pied d'égalité juger uniquement par leur architecture.

Le travail de Rob Gregory (2008) avait marqué le domaine de l'analyse architecturale. Lui qui a utilisé Bruno Zevi comme référence, confirme qu'on ne peut pas s'appuyer sur les mêmes critères de jugements pour les bâtiments conçus à divers époques (historique, avant-garde, moderne, postmoderne...), l'utilisation des même critères de comparaison va révéler que les mêmes idées circulent d'une époque à une autre, cependant B. Zevi confirme que cette méthode révèle que l'architecture contemporaine n'est que le résultats de plusieurs ajouts au corpus historique, c'est juste une forme de mise à jour. Selon lui, la seule histoire de l'architecture satisfaisante était celle qui plaçait l'espace au rang de protagoniste principal, d'où l'anatomie architecturale.

Pour toutes ces raisons, le meilleur moyen d'étudier l'architecture et d'apprécier la valeur réelle de l'espace, est la lecture des : plans, coupes, façades. Toute construction digne de ce nom doit porter en elle l'expression de son architecte concepteur, marquant ainsi une valeur inestimable de l'espace, loin des considérations matérielles, immobilières, quantifiables.

### **6.3.1. Signification de l'architecture à travers les dessins :**

Après la publication de son ouvrage méthodologique « apprendre à voir l'architecture », B. Zevi a beaucoup écrit sur la représentation architecturale et sur la signification du plan. (R. Gregory, 2008)

Le Corbusier avait ébauché une première définition du plan, qui selon lui est « le générateur de toute forme architecturale ». La façon dont Zévi traite la notion du plan est vraiment plus nuancée, pour lui toutes les interprétations de la définition corbuséenne sont erronées, la fonction générative du plan, n'avait pas été sans encourager chez les architectes, ce qui a conduit à un traitement du volet esthétique, rendant le plan comme représentation formaliste à la façon des beaux-arts et non pas un vrai générateur fonctionnel.

R. Gregory, (2008) ajoute que conformément aux explications plus détaillées de le Corbusier exposées dans l'illusion des plans (un plan procède du dedans vers le dehors) l'extérieur est

toujours un intérieur, Zevi s'en tenait au principe selon lequel « le plan est encore la seule manière que nous ayons d'évaluer l'organisme architectural comme un tout ».

L'association des coupes aux plans ne permet pas une analyse réelle du bâtiment, mais au moins dans leurs véritables proportions, il est indispensable de passer par les plans, les coupes, et les façades, pour pouvoir faire une lecture d'un espace architectural.

Cette démarche est souvent considérée comme démodée et statique, nous remarquons que les architectes actuellement considèrent les plans, les coupes, et les façades juste comme outils de présentation et de mesure. Pourtant même les modélisations les plus complètes, peuvent servir à simuler les capacités structurelles ou environnementales d'une construction, mais pour la phase réalisation, elles ne permettent pas une vision complète du projet, et doivent être décortiquées et décomposées en plans et coupes pour que l'on puisse se servir d'eux, et c'est ce que les chercheurs sur la discipline de l'organisation spatiale essaie d'acquérir actuellement.

R. Gregory, (2008) estime qu'une navigation interminable dans un cyberspace, ou le chercheur vole au milieu des pièces et traverse des murs immatériels ne l'aide en rien, le véritable lecteur dépasse la prise de mesure vers la composition singulière d'un véritable bâtiment.

### **6.3.2. Une typologie de l'architecture muséale en fonctions des dessins :**

Lorsque R. Gregory (2008) s'est interrogé sur la manière la plus utile de classer les projets présentés dans son livre, il a estimé que le passage d'une stratégie qui vise à présenter de la même façon la composante finale de chaque bâtiment devrait impérativement passer par le dessin architectural. Il a donc déterminé en fonction de l'aménagement spatial des plans, huit catégories : les plans centrés, les plans linéaires, les maisons en bande, les plans superposés, les plans orthogonaux avec cour, les insertions urbaines ainsi que les greffes et les extensions. La stratégie utilisée par R. Gregory est prise des analyses effectuées par Richard Weston et Colin Davies dans leurs ouvrages respectifs : « Plans, Sections and Elevations: Key Buildings of the Twentieth Century » et « Key Houses of the Twentieth Century: Plans, Sections and Elevations », ces références permettent d'établir des comparaisons entre des bâtiments contemporains et les bâtiments les plus connus du 20<sup>ème</sup> siècle, mais aident également à démontrer que les différentes compositions spatiales ont des propriétés essentielles qui ne dépendent ni du programme ni d'un lieu.

#### **6.3.2.1. Les plans centrés :**

La disposition centrée ou radioconcentrique est parmi les plus anciennes dispositions qui existent dans le monde, c'est un aspect qui caractérisait les habitations primitives. R. Gregory (2008) présente dans cette partie de son livre ce qu'il nomme des bâtiments objets, c'est une disposition qui affiche au niveau du plan une convergence vers un espace central, ou autour de cette espace les autres espaces sont disposés. Il est très important dans ce type de plan d'observer la manière avec laquelle l'architecte concepteur avait travaillé les noyaux techniques, la circulation et les espaces principaux.

Les plans centrés sont qualifiés d'objet organisés autour d'un point central, l'auteur cite dans la partie dédiée aux édifices culturels l'exemple de Lewis Glucksman Gallery de O'Donnell, qui est un musée très particulier, indépendant de son voisinage, il agit sur son contexte selon deux façons, d'une part il constitue la loge de l'université qui est situé juste à côté, et d'une autre part il a un rôle scénographique, par l'image pittoresque qu'il offre.

Le second exemple de cette catégorie est celui du musée Mercedes-Benz, qui selon R. Gregory, réinvente la muséographie traditionnelle en ayant un plan en forme de trèfle plus une superposition de plusieurs plans en spirale.

#### **6.3.2.2. Les plans linéaires :**

Ils représentent les bâtiments en forme allongée. Le choix s'est porté sur des réalisations contemporaines s'inscrivant dans la lignée d'œuvres célèbres, l'un et l'autre exploitent la beauté élémentaire d'une organisation linéaire afin d'ordonner l'espace, de le structurer et de donner forme à des bâtiments dont la cohérence tridimensionnelle apparaît immédiatement lorsqu'on les analyse en coupe transversale.

R. Gregory (2008) affirme dans son livre que les plans linéaires, à caractère régulier et aux belles proportions peuvent être séduisants à plus d'un titre. Tel que le Kimbell Art Museum de L. Kahn, qui le qualifie de plan de clarté inégale : « des travées parallèles de deux dimensions différentes, abritant les espaces servis et servant, y sont disposées régulièrement les unes à côté des autres. La beauté des structures linéaires est intrinsèque, car elle joue un rôle très important dans l'organisation spatiale et la forme du bâtiment. En coupe, elles présentent une cohérence tridimensionnelle plus immédiatement perceptible.

Un autre exemple est celui du musée des sciences naturelles de Matsunoyama de Takahura, pour lequel sans se soucier de l'efficacité structurelle, les architectes ont conçu une forme régulière mais inattendue qui serpente avec la fluidité dans le paysage.

#### **6.3.2.3. Les plans superposés :**

R. Gregory (2008) s'est intéressé aux bâtiments en hauteur après l'évocation de certaines des premières tours du monde, pour lui ce chapitre ne représente pas uniquement des immeubles élevés, il étudie aussi la manière dont les plans superposés sont agencés et la relation que chaque étage entretient avec le suivant au moyen des formes innovantes de circulation et de hiérarchisation spatiales.

Nous avons trouvé l'exemple du centre d'art contemporain de Zaha Hadid, un projet qui se distingue par ses formes souples et ses arrêtes acérées et de vastes volumes de faible hauteur. Il est situé à un angle du centre de la ville Cincinnati, marqué par ces quatre murs qui liment la parcelle, permettant l'inscription du bâtiment dans son environnement. La virtuosité de Zaha avait été appliquée au niveau des espaces intérieurs, et contrairement à ce qu'elle a l'habitude de faire, cette fois-ci elle a travaillé la verticalité en superposant les plans et en les reliant avec la circulation verticale au niveau des angles.

#### **6.3.2.4. Les plans orthogonaux avec cour :**

Ils comprennent de nombreux précédents historiques, depuis les habitats préhistoriques jusqu'aux ensembles architecturaux les plus raffinés que sont les monastères... ces projets se composent le plus souvent de quatre alignements de bâtiments disposés autour d'une cour,

l'introduction portera plus spécifiquement sur les circulations, les accès vers la cour et la manière dont sont traités les angles. De nouvelles manières de penser l'espace et la forme, notamment illustrées par le bâtiment du Bauhaus, entraîneront la décomposition des arrangements traditionnels au profit d'une juxtaposition plus libre de pavillons permettant de créer de multiples cours extérieures.

R. Gregory (2008) cite l'exemple de l'extension du MoMA de New York, réalisé par Tanguichi and associates, dans le lieu culturel prestigieux, les architectes ont placé, au beau milieu de la parcelle, un vaste patio en quadruple hauteur qui sert de principal point d'orientation et d'accès aux cinq niveaux des salles d'exposition.

#### **6.3.2.5. Les plans décentrés avec cour :**

Etant donné le nombre important de réalisations composées autour des cours, R. Gregory (2008) leur a consacré un autre chapitre dans son livre, dont l'intitulé était plans décentrés avec cour, dans lequel sont analysées des bâtiments dont le plan n'obéit pas à une géométrie orthogonale ou axiale. Après une introduction évoquant notamment le couvent ....

Le musée Hedmark de Sverre Fehn, en Norvège, est quant à lui centré autour d'une cour occupée par des vestiges archéologiques, une unique passerelle de liaison surplombe les ruines médiévales qui dessinent sur le sol des figures apparemment aléatoires et traverse les salles d'exposition, permettant aux visiteurs d'admirer les œuvres exposées aussi bien que les fouilles au niveau du sol.

Un autre exemple de la composition orthogonale créant des cours intérieures animées et informelles, le De Young Museum de San Francisco, de Herzog et de Meuron, démontrant avec quelle habileté magistrale ils savent créer des séquences spatiales complexes et sophistiquées à l'intérieur de constructions d'une extrême simplicité.

#### **6.3.2.6. Les insertions urbaines :**

L'ouvrage s'achève avec deux chapitres traitant des questions spécifiquement urbaines. Le premier, intitulé insertions urbaines, présente des bâtiments qui se distinguent par une adaptation particulièrement réussie à leur contexte.

En effet, les bâtiments mettent du temps à s'imposer, et une intégration réussie au contexte ne peut s'évaluer immédiatement. Pourtant la tendance actuelle s'empresse d'ériger en icône tout nouveau projet séduisant, alors qu'en réalité, les appréciations fondées sur l'image ne font que nourrir une nouvelle forme de critique superficielle qui a tendance à négliger les mérites véritables de l'architecture.

Les réalisations vedette iconiques si l'on peut dire, constituent un sujet brûlant dans le débat actuel au moment où de nombreuses capitales régionales rivalisent pour s'inscrire sur la carte du tourisme culturel. Si l'on se base sur le livre de 100 bâtiments majeurs du 20<sup>ème</sup> siècle, Richard Weston a sélectionné un certain nombre de réalisations qui avec le temps sont devenues emblématiques de certaines villes : le Guggenheim museum à New York, le centre George Pompidou à Paris, et le Guggenheim de Bilbao, ces réalisations sont considérées iconiques et leurs réussites n'ont pas seulement dans le volet architectural, mais surtout dans leurs considérations comme objets urbains.

Cependant beaucoup d'autres bâtiments apparaissent dans une sélection purement architecturale, avec une influence et un poids architectural, et n'accordent pas beaucoup d'intérêt à l'urbain. Sinon à caractère peu imposant architecturalement mais qui joue un très grand rôle dans le paysage urbain d'une ville.

R. Gregory (2008) cite pour ce cas l'exemple de la neue staatsgalerie de James Stirling et Michael Wilford (Figure IV. 16), qui demeure encore aujourd'hui le projet le plus célèbre des architectes, elle constitue en elle-même un morceau de ville par l'environnement singulier et puissant qu'elle crée : le musée s'échelonne sur les différents niveaux du site en pente, le long d'un parcours qui emprunte des marches et des rampes, inventant un point de repère urbain d'un type nouveau.



**Figure IV. 16 :de la new staatsgalerie de James Stirling  
Source : Peressut L. B., 1999.**

#### **6.3.2.7. Les greffes et extensions :**

Le dernier chapitre comprend quelques projets particulièrement remarquables, des bâtiments qui illustrent la manière dont la greffe et les extensions contemporaines sont en train de modifier subtilement et radicalement la physionomie de la ville

Avec l'évolution de la ville, chaque génération d'architectes ajoute une nouvelle strate sur la précédente, et nous remarquons que même si ces opérations continuent à exister, chaque type d'architecture a son propre langage qui diffère des autres. Cette manière de faire en architecture on l'appelle extension.

Les greffes par contre concerne l'urbain, elles renvoient à l'utilisation et à la densification des parcelles résiduelles, ou à dents creuses.

Les opérations d'extension concernent beaucoup de cas de galeries d'art ou de musée, l'exemple de l'extension avait été adopté par Hopkins architects, dans le projet de L'art Gallery de Manchester, le bâtiment néoclassique existants, d'une solennité imposante a incité les architectes à tirer parti de la géométrie sous-jacente de l'ensemble, dont le plan symétrique avait été tracé par Charles Barry. Il résulte de cette stratégie de nouveaux espaces qui

renforcent l'unité des trois bâtiments d'origine, en construisant sur le parking vacant attenant à la parcelle, les architectes ont non seulement augmenté la surface au sol mais également rationalisé le fonctionnement du musée et réparé une partie significative d'un tissu urbain relativement exigu.

**Situation de la recherche :**

Nous avons remarqué que pour la classification des typologies muséales il existe un grand nombre de variété, mais la conception de l'espace architectural muséal en lui-même repose sur des caractéristiques liées à quelques paramètres clés, d'abord le musée en tant que bâtiment, ensuite le parcours comme élément clé de la conception, et enfin l'espace de l'exposition (sensoriel du visiteur).

Pour le cas des musées, leurs évolutions historiques nous a permis de constater que durant la période de la renaissance ou même avant, le musée n'était qu'une aile ou une annexe, voir même un espace aménagé dans des temples châteaux ou autres pour préserver et exposer des objets d'arts. L'architecture muséale s'est libérée de cette connexion avec d'autres bâtiments durant la période baroque qui a vu naître le musée projet. Nous avons aussi remarqué que le musée moderne et notamment la notion du cube blanc au 20<sup>ème</sup> siècle avait beaucoup marqué l'histoire de cette évolution.

A partir de la fin du 20<sup>ème</sup> siècle jusqu'à notre ère, les musées ont continué à évoluer et chaque courant architectural nous faisait découvrir une typologie particulière de musées, jusqu'à ce qu'on arrive à la notion du musée symbole qui faisait du musée un outil qui véhicule un message précis au sein de la ville.

La revue de littérature nous a permis de déceler l'existence de trois révélations que les architectes tentent d'exprimer à travers leurs projets, et qui sont : i) le renouveau de la tradition monumentale, ii) la recherche d'une affinité avec le paysage historique, ii) et enfin, la fascination pour le virtuel.

Nous allons nous concentrer sur la conception des musées et sa relation avec le parcours, nous avons affirmé le constat avancé par Peressut qui stipule que les architectes des musées contemporains reprochent aux concepteurs des musées traditionnels, le fait que les successions des salles d'exposition éclairées par le haut, offrent à l'espace une certaine monotonie, et ce, qu'elle que soit la typologie du parcours. Dans le musée contemporain, le parcours est parfois un chemin que le visiteur empreint sans réflexion, et les œuvres exposées sont plus importantes que l'espace lui-même comme pour le cas du Tayac ou le parcours est plus important que l'œuvre exposée, tel que dans le cas du Jean Tingley ou le Musée Juif de Berlin.

Le parcours dans les musées qualifiés de moderne et même contemporains est très animé, de topologie très variée, et ne peut pas être autonome, il n'est pas le reflet de la forme extérieur, la forme peut être très simple et basique alors que le parcours peut être composé de plans et de rampes inclinés. L'architecte avait montré aussi qu'on peut utiliser des formes très rigides jouissant d'une robustesse spatiale assurant l'animation, permettant ainsi la création de relations intéressantes avec l'extérieur.

Nous avons constaté que la plupart des architectes suivent la recommandation de Le Corbusier sur « la promenade architecturale » dans la conception de leurs musées, cette recommandation suggère que le Hall dans le musée soit impérativement abrité des rampes qui distribuent aux espaces d'exposition, il se caractérise par son ouverture vers l'espace extérieur qui lui fait face.

Richard Meier a développé cette recommandation en appelant le Hall une place intérieure qui s'est progressivement développée dans son architecture en espace clos qui est public, vue qu'il recueille tous les flux des visiteurs, et assure leur répartition à travers le musée.

Les typologies des parcours sont liées à l'anatomie architecturale de l'édifice est non pas à sa tendance stylistique.

### **Conclusion :**

Après une grande croisière dans le champ sémantique relatif aux musées en tant que projets, contenant chacun une thématique particulière impliquant un contenu précis à exposer au public, la revue de littérature dévoilée le long de ce chapitre s'est révélée d'une utilité sans équivoque pour mener sereinement le travail attendu.

De cette quête, Il en ressort clairement que la patte idéale qui parementerait d'obtenir des résultats significatifs relatifs à la topologie ambiante dans les musées, serait un corpus appartenant à la même temporalité pour voir et comparer au sein de la même époque, ce que proposent les musées aux visiteurs ou aux usagers en termes d'ambiances et de qualité sensorielle. Il serait de même nécessaire d'enrichir le présent travail de recherche par la diversification du corpus d'étude en termes de configuration spatiale physique, d'où l'importance de l'anatomie architecturale abordée.

Les deux critères de sélection mis en exergue jusque-là pour un choix réfléchi du corpus d'étude nous ont confortés par rapport au choix du corpus d'étude sur lequel nous avons déjà mené un travail de recherche en magistère.

Constitué d'une palette de trente musées appartenant à la même période temporelle, avec une anatomie architecturale très riche, contenant toutes les configurations formelles éventuelles, nous estimons que ce corpus d'étude, qui nous a déjà révélé quelques résultats très pertinents auparavant, est en mesure d'offrir à notre recherche les précisions attendues et la consistance espérée.

## **LES MUSEES CONTEMPORAINS COMME CORPUS D'ETUDE**

## **Introduction :**

Considérés comme des espaces de conservation des œuvres ou des objets historiques, annexes aux châteaux de la royauté durant les différentes périodes historiques, les musées ont fini par gagner liberté conceptuelle à partir du 20<sup>ème</sup> siècle. Ils ne dépendaient plus du conservateur en devenant des infrastructures autonomes avec leur propre style architectural souvent dicté par le style de l'architecte qui les concevait loin des contraintes du passé. De nos jours, nous assistons à une multitude typologique de musées, avec une variété architecturale produite en raison et en fonction des objets que ces musées abritent. Il suffit d'observer les différents projets ayant une thématique muséale pour se rendre compte de leurs diversités formelle qui n'est que le reflet logique de la diversité de leur contenu.

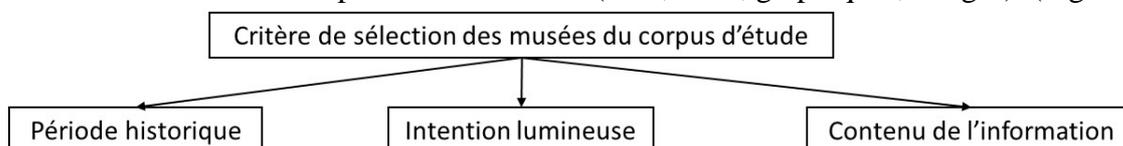
Dans ce présent chapitre il est question de déterminer le corpus d'étude nécessaire pour mener à bien notre investigation, il s'agit de définir les critères de sélection adaptés pour cette tâche. Une fois le corpus défini et fixé, nous procéderons à l'application de la méthodologie élaborée pour cette recherche.

### **1. Critère de sélection :**

Dans cette recherche relative aux ambiances topologiques qu'abrite le musée, nous nous focaliseront sur l'entité mère de ce type de projets, notre choix s'est donc porté sur l'analyse des séquences dans l'espace d'exposition permanente du musée, c'est la partie du musée dont la fonction principale est d'abriter des œuvres d'art à exposer au public.

Face à la multiplicité des édifices museaux, la variété de leur configuration conceptuelle, leur diversité en termes de formes, de couleurs et de fonctions, en plus des particularités de chaque type d'exposition (artistique, œuvres d'art, objets rares, plantes...). L'élaboration d'une série de critères pour le choix d'un corpus cohérent et réfléchi s'annonce complexe.

Cependant, notre recherche se concentrera sur les musées qui répondent à une série de critères de sélection, à savoir : i) la période historique, ii) l'intention de concevoir des œuvres architecturales avec la lumière naturelle, que nous appelons « l'intention lumineuse », et iii) la quantité d'informations à notre disposition Utilisation (voix, texte, graphiques, images). (Figure V. 01)



**Figure V. 01 : Critères de sélection du corpus d'étude**

**Source : Auteur, 2010.**

#### **1.1. La période historique :**

Au XXe siècle, le musée était considéré comme une œuvre d'art à part entière. La muséologie fait son apparition, les gens refusent l'entassement et la remplacent par une esthétique raffinée (es objets sont exposés pour eux-mêmes). Une réserve et une salle d'exposition temporaire ont été créées. Le musée est toujours en proie à ce problème, il doit pouvoir exposer des œuvres, et ne pas devenir un

accessoire d'œuvres architecturales : le musée lui-même. De plus, le musée est devenu un lieu gratuit, où les visiteurs peuvent trouver un espace pour la conservation et la présentation des collections permanentes et des expositions temporaires.

Les musées construits ou rénovés au 20<sup>ème</sup> siècle ont apporté une révolution dans la définition de l'architecture et l'architecture elle-même. C'est dans cette période récente que le vrai musée que nous voyons actuellement est vraiment né. Indépendamment des autres fonctions existantes, la fonction principale du bâtiment est d'exposer des œuvres d'art. Leurs espaces architecturaux tentent de répondre à différentes typologies d'œuvre d'art (musées d'art, musées historiques ou sociaux, sciences et techniques ou traditions populaires, etc.) et s'attachent à établir des relations entre des objets ou des images qui ont un large public. Par conséquent, cette recherche se concentrera sur plusieurs réalisations majeures, avec une attention particulière aux changements dans les schémas du parcours et d'ambiance lumineuse. Nous porterons une attention particulière aux musées récents de la fin du 20<sup>ème</sup> siècle et du début du 21<sup>e</sup> siècle. (Foulon P. J, 2001)

### **1.1.1 L'apport de la muséologie et de la muséographie aux musées :**

Sémantiquement parlant, La muséologie est une science qui s'applique à tout ce qui concerne l'histoire, les missions et l'organisation des musées. Le plus ancien traité relatif au domaine des musées date de 1827. Il est écrit par un homme d'affaires hambourgeois (Caspar F. Neickel) qui conseille les amateurs sur le choix du meilleur endroit pour collecter les œuvres d'art, les trier et la meilleure façon de les conserver. Cet article est écrit en latin et s'appelle Museographia. La forme française est « muséologie » a été utilisée au XX<sup>e</sup> siècle jusqu'à la Seconde Guerre mondiale. Depuis lors, dans un esprit d'unité, la France a adopté la forme de « muséologie », qui correspond à la forme utilisée dans les pays anglo-saxons.

Au XX<sup>e</sup> siècle, les progrès de la recherche muséologique ont bénéficié de l'aide de divers pays occidentaux, notamment les pays anglo-saxons. Après la Première Guerre mondiale, le rôle de l'organisation des musées au niveau international a émergé. En 1926, à la suggestion de l'historien de l'art français Henri Focillon (Henri Focillon), l'Office international des musées a été créé, dont le siège est à Paris.

Ce bureau a été remplacé en 1947 par le Conseil international des musées (I.C.O.M.) créé par le directeur du Buffalo Science Museum (USA), M. Hamlin, avec le soutien de l'UNESCO. L'agence comprend des comités nationaux et organise des conférences internationales. Elle a également son siège à Paris et son agence d'expression est le Musée de la Critique. Les cours de muséologie sont généralement dispensés dans les universités, mais sans réelle continuité, et l'enseignement de cette matière est mené dans le cadre de l'exposition du Louvre depuis 1941. Il y a deux principaux opposés à la muséologie qui nécessitent une attention : i) la protection et ii) le développement.

Au XX<sup>e</sup> siècle, en raison de la concurrence et du développement de divers pays occidentaux, notamment les pays anglo-saxons, la recherche en muséologie a connu un développement incroyable.

Depuis le début du 20<sup>e</sup> siècle, les musées ont été utilisés non seulement pour servir l'avancement des connaissances humaines, mais aussi pour soutenir l'éducation, contribuer à l'éducation

populaire et finalement servir d'espace de loisirs. Cette utilisation intense a subverti toutes les données de la muséologie. Autrefois, les musées étaient essentiellement composés de salles d'exposition, où étaient présentées les séries les plus complètes. Dans le musée récemment construit, la part consacrée aux divers services administratifs et opérationnels dépasse largement la part consacrée aux expositions. De plus, le principe d'expositions stables tend à absorber le concept d'expositions temporaires. Cela semble essentiel pour raviver l'intérêt du public muséal.

## **1.2. L'intention de l'architecte :**

### **1.2.1. L'intention lumineuse :**

Dans le musée du XXe siècle, la lumière naturelle est l'outil de base de la conception muséale. Elle est devenue indispensable du fait de la naissance de nouveaux concepts comme le développement durable. L'émergence de la notion d'ambiance n'est donc pas de relativiser l'éclairage en fonction de la qualité lumineuse des œuvres exposées, mais en même temps, elle ne doit pas ignorer les précautions conservatrices modérées avec le maximum d'éclairement. De nombreux architectes ne s'occupent pas seulement de la lumière naturelle dans leur musée pendant la période de conception, mais le vrai travail est effectué pendant la période d'achèvement, c'est-à-dire peu de temps avant le début des travaux de l'exposition. (Foulon P. J, 2001)

Dans le cas où la sélection de musées dans notre corpus de recherche principal se concentrera sur les musées, nous avons constaté que l'intention de l'architecte est d'utiliser la lumière naturelle. Cette intention est recherchée dans l'information textuelle relative au musée à étudier.

### **1.2.2. L'intention ambiante :**

Jean-Raphaël Pigeon (2013) note qu'il n'est possible à l'homme de se visualiser dans son parcours que s'il prend conscience de son environnement par son corps, cette conscience permet une meilleure compréhension de l'espace architectural. Les premiers rapports entre l'homme et le parcours renvoient aux capacités visuelles, l'homme a tendance à comprendre l'environnement dans lequel il se trouve en se l'appropriant par le biais de décodage des informations que l'espace lui envoie.

Dans les musées nous parlerons souvent de l'ambiance lumineuse qui est considéré comme la base de toute conception muséale, elle est le souci premier de la plupart des architectes. En introduisant la notion du confort visiteur, qui renvoie au bien-être du visiteur dans le parcours durant la visite, et les améliorations des édifices publiques liées aux principes du développement durable, le devoir de maîtriser d'autres types d'ambiances s'impose tel que l'ambiance sonore et l'ambiance thermique.

Maria Saraiva (2001) s'est interrogé dans son travail sur la nature de l'ambiance générale dans le musée avec toutes ses composantes, et l'avait défini sous deux aspects : i) l'ambiance située : si on se concentre sur le visiteur, l'ambiance est perçue pendant le temps d'une visite, ii) l'ambiance conçue : si on se concentre sur l'intention du concepteur lors de la conception, et son intuition lors de la réalisation, les ambiances deviennent alors maîtrisées par le concepteur.

Elle cite deux type d'ambiants qu'on peut trouver dans tous les musées et qui sont : i) l'ambiant objectal qui est une présentation traditionnelle visant à valoriser l'objet exposé, cet ambiant relève de la spatio-temporalité de l'objet et se basera sur l'expérience esthétique ou émotionnelle entre objet visiteur, ii) l'ambiant fonctionnel : il recouvre tous les espaces parcourus par le visiteur à l'intérieure du musée, avant et après la visite. Il est souvent considéré au pluriel vu sa variété en

matière de typologie d'espace par lesquels passe le parcours, il a en plus de la dominante spatiotemporelle en relation avec le programme et la réalisation, une dominante sensorielle qui dépend du visiteur.

M. Meyer (2013) signale que la réussite de toute entreprise de muséographie est liée aux nombres de visiteurs et à leurs degrés de satisfaction, ces deux points sont très fortement liés au rôle de la communication qui est une condition primordiale lors de la rencontre entre le visiteur et l'objet exposé. Contrairement aux idées reçues sur la dualité entre son et lumière, Meyer constate que le son permet de guider le regard, la perception sonore apporte soutien à la perception visuelle créant ainsi un continuum.

Les muséographes placent le parcours au centre de toutes leurs interventions au sein de l'espace muséal, et en se basant sur le guide de visite, ils déterminent les effets animés ou pas qui doivent accompagner le visiteur tout au long de sa visite. S'ils commencent à introduire des sources sonores fixes pour chaque espace d'exposition, ils tentent de garder la même intensité et fréquence de la voix humaine. (L. Martinez, 2003)

Pour ce qui est de l'ambiance thermique, elle est souvent une ambiance conçue, vu que le choix des matériaux de la forme du parcours et des ouvertures est fait dès le départ par l'architecte, la réussite de l'exposition est aussi liée aux sensations récoltées lors d'un temps d'exposition, elle découle du degré de satisfaction des visiteurs, et de leurs sentiments de bien-être à l'intérieur du musée. Les muséographes interviennent souvent pour améliorer les conditions thermiques dans l'espace muséal, si le résultat ne correspond pas à l'attente de l'architecte concepteur ou aux exigences de l'exposition. (S. Saraoui et Al, 2018)

### **1.3 Le contenu de l'information :**

La sélection des musées qui constituent l'essentiel de notre recherche doit être satisfaisante en termes d'information : i) des fichiers graphiques architecturaux, des profils d'élévation et des ensembles de détails, un grand nombre de photos ou de rendus 3D, et ii) l'intention lumineuse exprimée par l'architecte est aussi important. Elle servira également à l'analyse sémantique de la séquence. Ces informations proviendront de discours spécifiques des architectes du musée ou des descriptions journalistiques du projet.

Un ensemble de musées contemporains répond aux trois critères de sélection fixés pour cette étude. Trente cas ont été retenus pour la présente étude. Compte tenu de la disponibilité des informations nécessaires pour réaliser des applications de modèles analytiques, Le nombre de 30 réservés à ce corpus est propice à l'analyse statistique des données. Par conséquent, cette étude peut bénéficier de la quantification scientifique de ces résultats.

Par ailleurs les musées retenus pour cette recherche sont tous situés en Europe. Cette délimitation géographique revient en fait que les critères descriptifs des dispositifs d'éclairage naturel sont établis en référence à l'ouvrage « Daylighting in Architecture, A EUROPEAN REFERENCE BOOK » (Baker et al, 1993).

Ainsi, le corpus se compose de 30 musées européens : 6 musées en France, 5 musées en Allemagne, 4 musées en Espagne, 3 musées en Suisse et 2 musées en Autriche, Angleterre et Italie et situés aux Pays-Bas. Et un seul musée dans les pays suivants : Finlande, Suède, Grèce, Norvège. (Tableau I. 01-02-03).

**Tableau V. 01 : les musées choisis pour le corpus d'étude 01**  
**Source : Auteur, 2011.**

<b>N°</b>	<b>Pays</b>	<b>Nombre de Musée</b>	<b>Pourcentage</b>
<b>01</b>	France	06	20%
<b>02</b>	Allemagne	04	13,33%
<b>03</b>	Espagne	04	13,33%
<b>04</b>	Suisse	03	10%
<b>05</b>	Autriche	02	6,66%
<b>06</b>	Grande Bretagne	01	3,33%
<b>07</b>	Italie	02	6,66%
<b>08</b>	Pays bas	02	6,66%
<b>09</b>	Belgique	01	3,33%
<b>10</b>	Finlande	01	3,33%
<b>11</b>	Suède	01	3,33%
<b>12</b>	Danemark	01	3,33%
<b>13</b>	Grèce	01	3,33%
<b>14</b>	Norvège	01	3,33%

• **Apport de la revue de la littérature et L'anatomie de l'architecture muséale :**

Il se pourrait selon la typologie de R. Gregory (2008) qu'un bâtiment fait partie de trois ou quatre types de classification. Tel que le cas du Young Museum de Herzog et de Meuron, bâtiment d'un raffinement extraordinaire, qui aurait pu trouver sa place à plusieurs endroits du livre, conçu comme une série de bandes déformées, il constitue manifestement une variante de l'organisation linéaire, sa tour, traité de manière à s'ajuster également à la trame urbaine de San Francisco, aurait également méritée d'être analysée parmi les plans superposés, en effet, en étant qu'un objet, on aurait pu l'interpréter comme une bonne adaptation sculpturale au paysage urbain. Finalement, l'analyse s'est surtout concentrée sur les cours de ce bâtiment car elles s'insèrent, pour la définir, dans ce qui n'est en définitive qu'une simple boîte orthogonale en acier. Donc chaque chercheur peut en fonction de sa propre lecture des plans procéder à l'organisation des projets.

Cette typologie correspond le plus à notre corpus d'étude. Elle est plus logique du moment qu'elle écarte le critère de l'évolution historique et le type de public ciblé. Ce qui est sûr c'est qu'on reste dans l'esprit de l'architecture (plans, coupes, élévation, et les détails architecturaux).

**Tableau V. 02 : Présentation du corpus en fonction de l'anatomie architecturale**  
**Source : Auteur, 2017.**

<b>Plans centrées</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Musée de l'Archéologie maritime CARTAGENA</li> <li>• Musée de l'histoire naturelle</li> <li>• American air Museum Duxford</li> <li>• Vitra design Museum</li> <li>• Musée de l'Acropole Athènes</li> <li>• Musée des beaux-arts de Grenoble</li> </ul>
<b>Plans linéaires</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Musée national de Tayac</li> <li>• Musée Beyeler Riehen</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Musée Jean Tinguely</li> <li>• Musée hydraulique</li> <li>• Musée d'ethnographie suisse</li> <li>• Ara Pacis museum</li> <li>• Aukrustsentret Alvdal</li> </ul>
<b>Plans superposés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Musée SAMMLUNG GOETZ Munich</li> <li>• KUNSTHAUS BREGENZ</li> <li>• KUNSTHAL ; Rotterdam</li> <li>• Musée Hergé</li> <li>• Musée du quai de Branly</li> <li>• Musée Nykyaiteen Kiasma, Helsinki,</li> <li>• Museum DE MAXXI</li> </ul>
<b>Plans orthogonaux avec cours</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Musée départemental préhistoire</li> <li>• Musée historique de Salzbourg</li> <li>• Bonnefanten museum, Maastricht</li> <li>• Concours Musée du quai de Branly</li> </ul>
<b>Plans décentrés avec cours</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Humbuguer Bahnhof museum, fur Gegenwart</li> <li>• Centro Gallego de Arte contemporaneo</li> <li>• North Jutland Art Museum Alborg</li> <li>• Le musée d'Art moderne et d'Architecture Stockholm</li> </ul>
<b>Insertion urbaine</b> (on peut les mettre dans la partie des plans superposées et on enlève complètement l'urbain)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Musée juif de Berlin</li> <li>• Musée Guggenheim Bilbao</li> </ul>

### 1. Présentation Du corpus d'étude :

Tableau V. 03 : les musées choisis pour le corpus d'étude 02

Source : Auteur, 2011.

N°	Musées	Architecte	Année
<b><u>France</u></b>			
01	Musée départemental préhistoire	Roland Simounet	1981
02	Musée des beaux-arts de Grenoble	Olivier Félix-Faure, Antoine Félix-Faure et Philippe Macary Lorenzo Piqueras	1990-1994
03	Musée national de Tayac	Jean-Pierre Buffi	1994-2004
04	Musée du quai de Branly	Jean Nouvel	2006
05	Musée de l'histoire naturelle	Paul Chemetov et Borja huidobro	1991-1994
06	Concours Musée du quai de Branly	Rudy Ricciotti	1994
<b><u>Allemagne</u></b>			
07	Musée SAMMLUNG GOETZ Munich	Jacques Herzog et Pierre de Meuron	1989-1992
08	Humbuguer Bahnhof museum, fur Gegenwart	Josef Paul Kleihues	1988
09	Vitra design museum	Frank Gehry	1988-1989
10	Musée juif de Berlin	Daniel Libeskind	1999
<b><u>Espagne</u></b>			
11	Musée Guggenheim Bilbao	Frank Gehry	1993
12	Centro Gallego de Arte contemporaneo	Alvaro Siza	1994
13	Musée hydraulique	Juan Navarro Baldeweg	1989 et 1992
14	Musée de l'Archéologie maritime	Alberto campo baeza	1998

	CARTAGENA		
<b><u>Suisse</u></b>			
15	Musée Jean Tinguely	Mario Botta	1993-1996
16	Musée d'ethnographie suisse	Hanger, Monnerat, Petitpierre	1995
17	Musée Beyeler Riehen	Renzo Piano	1998
<b><u>Autriche</u></b>			
18	Musée historique de Salzbourg	Hans Hollein	1989-1990
19	KUNSTHAUS BREGENZ	Peter Zumthor	1990-1997
<b><u>Grande Bretagne</u></b>			
20	American air museum Duxford	Foster partners	1993-1997
<b><u>Italie</u></b>			
21	Museum DE MAXXI	Zaha Hadid	2007
22	Ara Pacis museum	Richard Meier & Partners	1995-2006
<b><u>Pays bas</u></b>			
23	Bonnefanten museum, Maastricht	Aldo Rossi	1990-1994
24	KUNSTHAL ; Rotterdam	Rem Koolhaas	1987-1992
<b><u>Belgique</u></b>			
25	Musée Hergué	Portzamparc Christian	2006
<b><u>Finlande</u></b>			
26	Musée Nykytaiteen Kiasma, Helsinki,	Steven Holl	1993-1998
<b><u>Suède</u></b>			
27	Le musée d'Art moderne et d'Architecture Stockholm	Rafael Moneo	1990-1997
<b><u>Danemark</u></b>			
28	North Jutland Art Museum Alborg	Elissa and Alvar Aalto	1998
<b><u>Grèce</u></b>			
29	Musée de l'Acropole Athènes	Bernard Tschumi	2007
<b><u>Norvège</u></b>			
30	Aukrustsentret Alvdal,	Sverre Fehn	1993-1996

## **2.1. Les musées situés en France :**

### **2.1.1. Musée départemental préhistoire (Roland Simounet 1981) :**

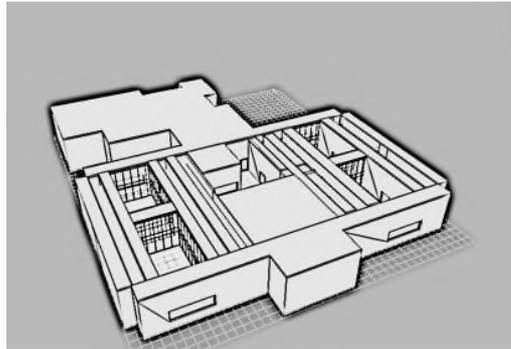
Le musée en question avait été conçu par l'architecte Roland Simounet, il est situé à Nemours dans le sud du département de Seine-et-Marne, le bâtiment, et un volume brut en béton que l'architecte avait choisi de ne pas couvrir et de le laisser à l'état naturel (Figure V. 02-03). S'intégrant parfaitement au milieu de forêt, le musée est ouvert sur cinq patios par le biais de grandes baies vitrées.

Le sujet du musée est la préhistoire de la région parisienne, qui s'est construite sur le riche environnement naturel des monuments mégalithiques, qui ont servi d'abri aux derniers humains préhistoriques de la région.

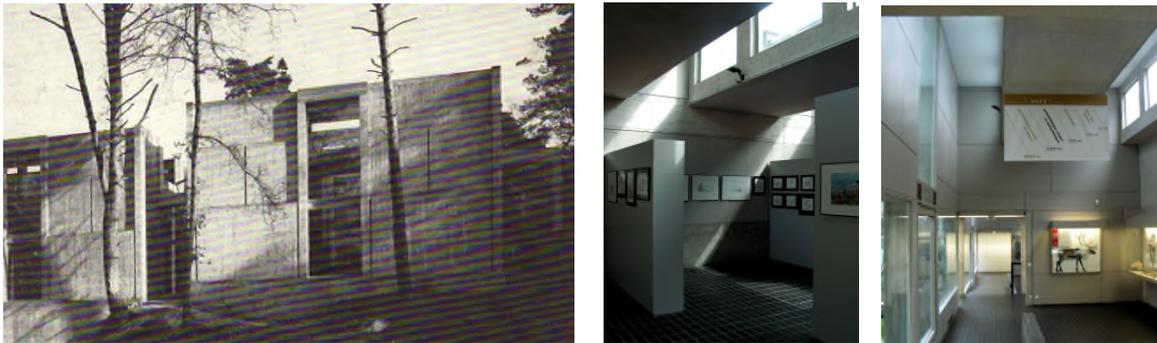
Le bâtiment est divisé en deux étages : le service, la zone de protection, l'atelier de protection, la boutique et la salle audiovisuelle au rez-de-chaussée ; le hall d'exposition à l'étage. Ces salles sont

séparées par un patio et agencées selon deux circuits différents : i) le premier est destiné au public et à l'école, et le second est destiné aux touristes qui connaissent déjà la situation et souhaitent approfondir leur connaissance de la préhistoire de la région. Ces deux circuits peuvent être utilisés seuls ou non, et peuvent toujours être commutés de l'un à l'autre. (S. Saraoui, 2011)

La construction et les matériaux du musée choisis par l'architecte sont très simples : nous retrouvons des murs en béton d'origine, de grandes baies vitrées aux menuiseries très fines, et des sols en ardoise. Devant ce bâtiment primitif et accidenté, la lumière naturelle donne à l'espace une dimension lumineuse, grâce au système, baie vitrée, lucarne, lucarne... proposé par l'architecte.



**Figure V. 02 : Musée départemental préhistoire**  
Source : auteur, 2015.



**Figure V. 03 : Musée départemental préhistoire, espace intérieur.**  
Source : Semounet R., 1994.

Le parcours du labyrinthe n'a pas de restrictions de circulation et l'espace d'exposition conserve les mêmes attributs. Des nuances gris foncé de béton brut sont utilisées pour les murs et le plafond. Le sol est noir foncé avec des carreaux à texture rugueuse.

- **L'intention :**

Nous citons ici quelque passage de l'intention de l'architecte

L'architecte a dit : « *Pour le musée de Nemours, je voulais de très hautes ouvertures de manière à ce qu'on voit la cime des arbres* » (Simounet R., 1996, p. 53). « *Vues depuis l'extérieur, ces poutres qui jouent le triple rôle structure/lumière/vue ressemblent aux créneaux d'une forteresse et accentuent le caractère de l'ensemble du bâtiment. La lumière dans l'espace incite le visiteur à poursuivre sa visite. Elle lui dicte par où aller, et c'est grâce à ce rapport que le musée a réussi sa fonction* » (Simounet R., 1996, p. 53)

« J'ai donc cherché des transparences plus que de grandes ouvertures. Et ces dernières ne se font pas sur l'extérieur, mais sur les patios intérieurs où sont reconstituées les flores des diverses grandes aires préhistoriques. » (Simounet R., 1997, p. 205)

« Il ne faut pas être contraint à faire l'ensemble de la visite, du circuit, à demander où est le bout du tunnel. Ce n'est jamais un labyrinthe ou, si c'en est un, il doit être ouvert. Le visiteur doit pouvoir se repérer partout et sortir quand il veut. » (Simounet R., 1997, p. 205)

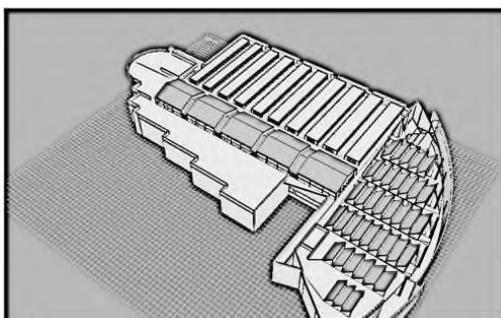
### **2.1.2. Musée des beaux arts de Grenoble (Olivier Félix-Faure, Antoine Félix-Faure et Philippe Macary Lorenzo Piqueras. 1990-1994) :**

C'est suite à un concours d'idée en 1986 que le musée des beaux-arts de Grenoble a vu le jour, conçu par les architectes Olivier Félix-Faure, Antoine Félix-Faure et Philippe Macary Lorenzo Piqueras, le musée se situe juste à côté d'un parc urbain et très proche au centre-ville.

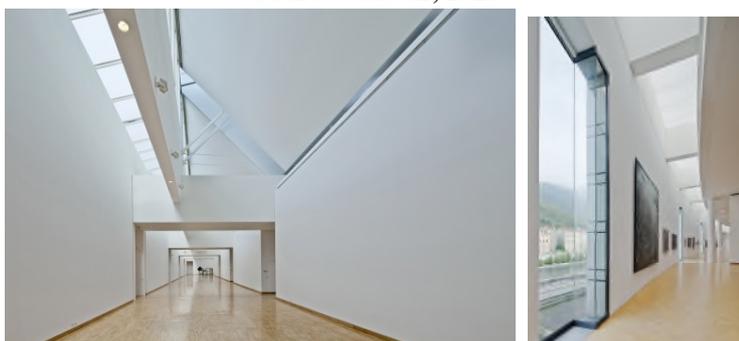
Abritant des œuvres datant du XVIème siècle jusqu'à notre époque, le souci des architectes lors de la phase réalisation avait été d'offrir au visiteur de bonnes conditions de visite, et c'est pour ça qu'on a fait sous-traiter des conservateurs musicographes dès la phase conception. (Figure V. 04-05).

Le parcours de cette étude de cas est linéaire, le visiteur ne passe pas deux fois par le même lieu et suit parfaitement sa séquence de visite, d'un espace à l'autre. C'est donc simple et évident. L'architecte a répondu de manière rationnelle à la nécessité de présenter les œuvres de la collection permanente par ordre chronologique. (S. Saraoui, 2011)

Dans ce musée nous avons remarqué une régularité des formes des salles d'exposition, l'architecte avait choisi un parquet lisse en bois pour le sol, le plâtre lisse comme revêtement pour les murs et les plafonds.



**Figure V.04 : Musée des beaux arts de Grenoble**  
Source : auteur, 2015



**Figure V.05 : Musée des beaux arts de Grenoble, vue de l'espace intérieur.**  
Source : Luc Boegly, photographe, 2018.

L'intervention de l'architecte avait pour objectif d'approfondir l'enjeu de la lumière naturelle dans l'espace scénique. Le développement de l'art, de l'exposition, de la muséologie et de la muséologie a poussé les gestionnaires de musées à se tourner vers les paysages exposés.

Par conséquent, sa finalité n'est pas la scène, ni le texte ni les acteurs, mais les œuvres d'art, les monuments et les objets qui s'illuminent. La distinction entre scènes pleines et scènes vides ne s'applique plus. Le musée met en contexte les objets qu'il détient. Soit il met en évidence l'autonomie du sujet et son indépendance par rapport à l'environnement, soit il utilise sa séquence et sa dépendance à l'environnement qui l'a inspiré. (Meier. R et Sean. S, 1999).

Ainsi la lumière naturelle qu'ils utilisent de façon directe, tranche, interprète les objets mis en scène. Elle crée des contrastes forts, des ombres marquées, révèle ou non une texture, un relief. Elle en masque d'autre. Et quand il la diffuse, c'est pour mieux la moduler, la nuancer (Meier. R et Sean. S, 1999).

- **L'intention :**

*" Le musée va accaparer ces espaces extérieurs en ouvrant largement sur eux des espaces de transitions sur la ville ancienne, sur la tour, sur la rivière, sur le parc, sur le Rabot.*

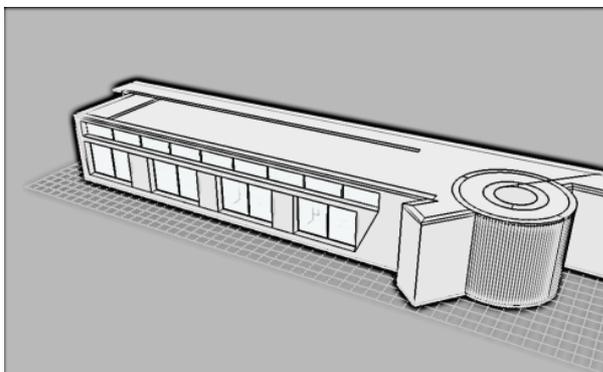
*Un intérieur fait de rigueur, simplicité, clarté presque cistercienne imposant silence et réflexion, mais également fait de richesse et contraste dans le traitement de la lumière et des espaces.*

*C'est ainsi que la lumière du jour, filtrée et tamisée dans les zones d'expositions, alterne avec une lumière franche et directe dans les espaces de transition.*

*Les volumes intérieurs à la géométrie très pure et aux lignes douces, laissent toute la disponibilité de l'œil et de l'esprit aux œuvres et à leur contemplation." (Olivier Félix-Faure, 1994)*

### **2.1.3. Musée national de Tayac (Jean-Pierre Buffi 1985-2004) :**

L'architecte Jean-Pierre Buffi avait été appelé à concevoir un aménagement qui aura pour rôle d'abriter des objets de la préhistoire, le site choisi était celui de la falaise du village des Eyzies, ce site avait une valeur patrimoniale car il est d'or est déjà considéré comme musée à ciel ouvert. L'architecte avait choisi de mettre les espaces d'exposition temporaires et permanentes dans les étages, et de garder les autres parties liées à l'administration dans le rez de chaussée ces espaces sont : l'accueil, le musée des enfants, l'auditorium et l'administration. (Figure V.06-07)



**Figure V.06 : Musée national de Tayac**

**Source : auteur, 2015.**

Dans le musée national de Tayac les espaces d'exposition sont connectés de telle sorte que nous pouvons passer d'un espace à un autre sans repassé par le même espace deux fois, ceci est dû au parcours qui est de nature linéaire.

L'intervention de l'architecte sur l'ancien château et son site était remarquable, il avait confirmé que son travail était basé sur l'éclairage naturel qui est un élément fondamental dans tout projet d'exposition de l'art visuel. Il affirme que par le biais du choix des types d'éclairage naturelle le visiteur du musée suivra un parcours évident doté d'un jeu tantôt d'ombre et de lumière, et tantôt des animations de transparence et d'opacité.

- **L'intention :**

Selon Foulon P. J (2001), Buffi est le dernier architecte à faire une intervention très importante dans l'espace et le temps de l'ancien château. A travers son travail d'artiste, il estime que l'éclairage naturel et son utilisation sont des conditions nécessaires à toute exposition d'art par l'usage du mode de lumière de projection focalisable. Dans ce cas, le visiteur n'a qu'un choix, c'est de parcourir le chemin du musée qui lui permet d'affronter le jeu de l'ombre et de la lumière, de la transparence et de l'opacité. (S. Saraoui, 2012).

*« Il a fallu trouver la justesse d'échelle avec l'environnement, des matériaux durables qui soient mis en valeur par la lumière du pays, des formes presque intemporelles, une grande lisibilité, clarté des espaces extérieurs et intérieurs, des rapports subtils avec le paysage, un dosage de la lumière du jour qui rend les espaces lumineux et accueillant sans pénétration directe du soleil. » (J.P. Buffi, 2004)*

#### **2.1.4. Musée du quai de Branly (Jean Nouvel 2006) :**

Le musée du quai de Branly est l'un des musées introvertis de notre siècle, il est dissimulé par une couverture végétale très dense cachant son aspect de grande passerelle en matière de volumétrie. Il n'est pas seulement un musée mais un lieu d'exploration.

Si nous observons la volumétrie nous allons remarquer qu'au-delà de l'aspect poétique de la forme courbée, mystérieuse et organique se cache un espace chaleureux, fluide, et fonctionnel à la fois. Le bâtiment s'étend sur cinq niveaux dont deux comportant les espaces d'exposition permanente, cependant l'espace qui reçoit le plus de visite est la terrasse du dernier niveau qui offre une vue imprenable sur la tour Eiffel. (Figure V. 08)

L'espace intérieur du musée est un espace complètement dégager d'obstacle visuel, et ce grâce aux arbres et à la transparence des parois. Le programme architectural du musée est très riche nous citons l'existence des espaces suivants : l'accueil, les espaces d'exposition, les espaces pour chercheur (médiathèque, salle de cours et de conférence), espace de détente (théâtre, amphithéâtre de verdure). (Nouvel. J, 2009)



**Figure V. 08 : Musée du quai de Branly**

Source : <http://www.jeannouvel.com>, 2018.

Le parcours est généralement un labyrinthe. L'environnement du hall d'exposition est élégant et les couleurs sont calmes. Le plafond est en stuc gris foncé, le sol en planches grises et les murs sont peints en rouge. (S. Saraoui,2011)

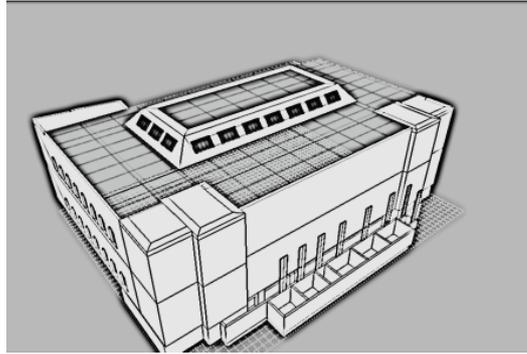
- **L'intention :**

*« C'est un musée bâti autour d'une collection. Où tout est fait pour provoquer l'éclosion de l'émotion portée par l'objet premier ; où tout est fait, à la fois, pour le protéger de la lumière et pour capter le rare rayon de soleil indispensable à la vibration, à l'installation des spiritualités. C'est un lieu marqué par les symboles de la forêt, du fleuve, et les obsessions de la mort et de l'oubli. C'est l'asile où sont accueillis les travaux censurés ou méprisés, conçus naguère en Australie ou en Amérique. C'est un endroit chargé, habité, celui où dialoguent les esprits ancestraux des hommes qui, découvrant la condition humaine, inventaient dieux et croyances.*

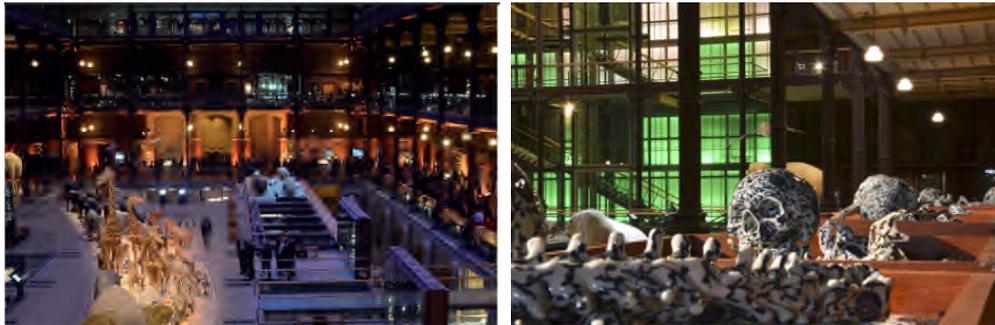
*C'est un endroit unique et étrange. Poétique et dérangeant. Le construire ne peut se faire qu'en récusant l'expression de nos actuelles contingences occidentales. Exit les structures, les fluides, les menuiseries de façade, les escaliers de secours, les garde-corps, les faux plafonds, les projecteurs, les socles, les vitrines, les cartels... Si leur fonction par la force des choses doit demeurer, qu'ils disparaissent de notre vue et de notre conscience, qu'ils s'effacent devant les objets sacrés pour autoriser la communion. Facile à dire, plus difficile à faire... »(Nouvel. J, 2006)*

### **2.1.5. Musée de l'histoire naturelle (Paul Chemetov et Borja Huidobro 1987-1993) :**

Le musée de l'histoire naturelle est considéré comme l'un des musées ayant vécu des transformations, rénovation et même extension à travers son histoire. Le site du musée avait été créé par le roi Louis XIII comme jardin des plantes médicinales, et y'avait donc une bâtisse qui était considérée comme une intendance du jardin. La bâtisse avait été rénovée en galerie de zoologie avant la première guerre mondiale. Après la deuxième guerre mondiale et étant conscient de l'importance des sciences naturelles, l'agrandissement de l'ancienne galerie s'avère plus que nécessaire, et la nouvelle galerie portera le nom de muséum de l'histoire naturelle. Et c'est jusqu'à 1988 avec l'intervention de l'architecte Paul Chemetov et le scénographe Borja Huidobro que le musée a connu une série de travaux menant à la métamorphose totale du musée qui a réouvert ses portes vers l'année 1994(Figure V. 09-10).



**Figure V. 09 : Musée de l'histoire naturelle**  
Source : auteur, 2015.



**Figure V. 10 : LE MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE brochure ce et assimilés,2013. Source :**  
© M.N.H.N. / Catherine Ficaja, 2013.

Le parcours de ce musée est linéaire. Les architectes misent sur la lumière diffuse et, selon eux, ils peuvent grâce à ça faire face à la double contrainte de l'exposition et de la protection des œuvres d'art. (S. Saraoui, 2011)

Le musée se caractérise par son parcours linéaire et sa lumière diffuse qui assure la conservation et l'exposition des œuvres d'art. la lumière est un élément fondamental dans le musée, selon les architectes elle participe à mettre en exergue l'espace en soulignant la centralité de l'édifice. (Foulon P. J, 2001)

- **L'intention :**

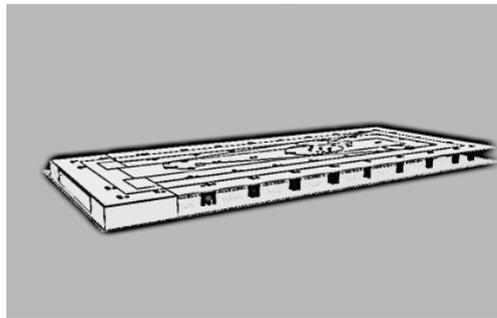
*« On s'attachera donc à trouver des solutions qui dans tous les cas permettent d'obtenir ce diffus. Selon la manière dont la lumière sera travaillée (texture, couleur des matériaux récepteurs qui composent l'espace, leur forme), le moyen de diffusion choisi, il en résultera des ambiances différentes. L'éclairage des salles d'exposition doit répondre aux exigences de présentation des œuvres d'art, mais aussi servir le parti muséologique choisi »* (Peressut L. B, 1999).

Selon les architectes, les bâtiments expriment une attitude face à la lumière, malgré le fait que la lumière soit variée dans l'espace, le bâtiment se caractérise par l'existence de la lumière de manière directionnel qui lui procure un caractère statique. Ce qui est encore renforcé par le caractère centripète de ses parois obliques.

### **2.1.6. Concours MQB (Rudy Ricciotti 1994) :**

Le projet proposé par l'architecte Ricciotti pour le concours du musée du quai de Branly se compose de trois niveaux, le premier niveau enfouis dans la terre comportant une médiathèque, l'auditorium, les réserves. Un niveau suspendu sur des grandes pilotis comportant les espaces d'exposition, et les espaces destinés au grand public, et entre les deux niveau une parcelle recouverte de végétation. L'intervention de l'architecte montrait que la parcelle du projet et un lieu qui est censé resté à l'état naturel, et l'être humain peut ne pas déformer cette nature en étant au ciel ou sous la terre.

La relation entre les différents niveaux du musée et l'éloignement du dernier niveau de 16 mètres fait que du musée un bâtiment qui n'est pas très en relation avec le sol, en effet le dernier niveau constitue un caisson de 140 mètres sur 56 avec trois points d'appuis pour supporter toutes les charges et les ramenés au sol. Le musée offre un volume où l'architecture perd complètement son stabilité les poteaux sont disposés de manière très anarchique et aléatoire. Ce qui est à remarquer aussi c'est l'existence de plusieurs accélérateurs de lumière dont le rôle est de capter le maximum de lumière et de la réfléchir une fois à l'intérieur (Figure V. 11-12).



**Figure V.11 : Concours MQB Rudy Ricciotti**  
Source : auteur, 2015.



**Figure V.12 : Concours MQB Rudy Ricciotti**  
Source : architecture d'aujourd'hui n°326, 2000.

Le parcours est variable. La première partie est linéaire et la seconde partie est labyrinthique. La salle d'exposition conserve le même matériau pour l'ensemble du parcours. Le sol est fait de dalles de granit gris clair lisse, le plafond est en plâtre gris foncé et les murs sont blancs. (S. Saraoui, 2011)

- **L'intention :**

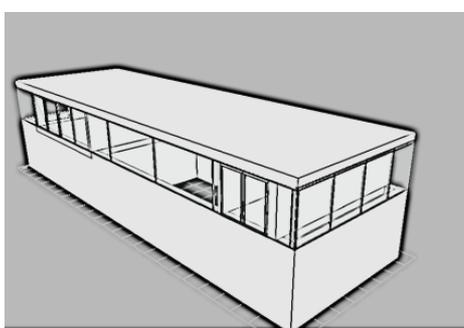
A l'intérieur, l'architecte a réalisé un travail sensible et respectueux pour rendre l'ensemble cohérent et apporter beaucoup de lumière naturelle : i) nivellement du sol, ii) création d'étages intermédiaires, iii) suppression des structures internes telles que les anciens silos, iv) perforation pour introduire la lumière Et v) créer une circulation verticale (escaliers, ascenseurs), etc. (S. Saraoui, 2011)

La lumière positionne l'espace et lui donne du sens et aide à expliquer sa forme. C'est en quelque sorte le matériau de l'espace principal. (Meier. R et Sean. S, 1999)

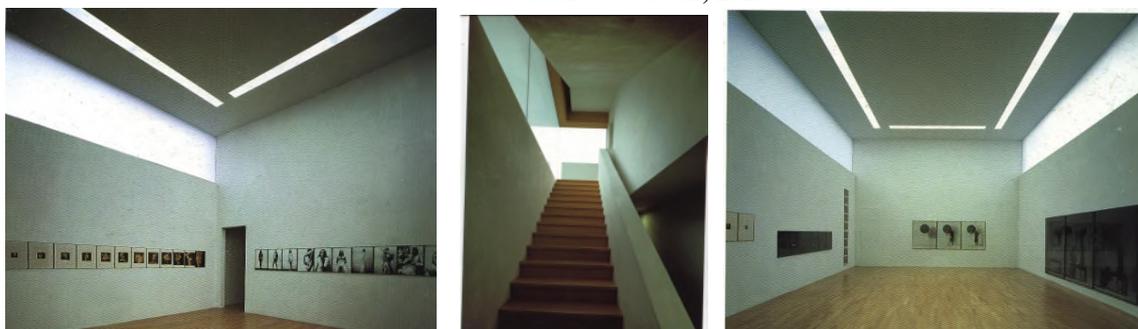
## 2.2. Les musées situés en Allemagne :

### 2.2.1. Musée SAMMLUNG GOETZ Munich (Jacques Herzog and Pierre de Meuron 1989-1992) :

Le musée avait été conçu sur la propriété des Goetz, à côté de la résidence familiale. Le musée constitue une intervention de l'architecture contemporaine devant une demeure des années soixante, ce qui a obligé les propriétaires à conserver une petite distance pour préserver l'autonomie formelle des deux projets. Il est à préciser que le musée a été construit pour accueillir les collections de d'Ingvild Goetz (avec d'autres œuvres datant des années soixante à aujourd'hui, des artistes comme Twombly, Kounellis, Nauman et Fedrerje)



**Figure V. 13 : Musée SAMMLUNG GOETZ Munich**  
Source : auteur, 2015.



**Figure V. 14 : Musée SAMMLUNG GOETZ Munich, vues d'intérieur.**  
Source : Peressut L. B., 1999.

Le musée avait été conçu par le cabinet des deux architectes Jacques Herzog et Pierre de Meuron entre 1989 et 1992, il est une construction de bois appuyée sur une structure portante en Béton ou la partie en Béton est enterrée, et on ne peut apercevoir de l'extérieur que la partie supérieure vitrée (Figure V. 13-14).

La transparence et l'opacité qui caractérisent le volume ont un impact direct sur les dispositions des espaces intérieurs, Ainsi, le premier étage se caractérise par la transparence du verre correspondant au hall d'entrée et le blanc laiteux du verre, illuminant la chambre individuelle située en mezzanine. Au premier étage, Il y a trois pièces identiques construites horizontalement par le haut. (Peressut L. B, 1999).

Le parcours est linéaire. La pièce conserve les mêmes propriétés matérielles à tous les niveaux : i) parquet avec sols bruns, et ii) stuc sur murs et plafonds. (S. Saraoui, 2011)

- **L'intention :**

Selon l'architecte, la lumière est un matériau dans les projets de construction. Il suffit de guider les rayons du soleil à travers les équipements du bâtiment intégrés à la façade et de voir le résultat sous forme d'ombres et de lumières, révélant et accentuant les surfaces et les formes, les reliefs et les vides, les saillies et les motifs décoratifs. (Foulon P. J, 2001).

Le projet de musée de Herzog et de Meuron avait marqué considérablement leurs manières de concevoir en architecture, il s'inscrit dans les premiers projets qui mettent en valeur l'obsession de l'entreprise dans le traitement de l'extérieur avec l'usage des bons matériaux et des nouvelles technologies considérant ainsi la conception de la façade comme l'un des maillons les plus forts du projet. Ce projet lance une nouvelle ère de fascination de l'entreprise pour le volume flottant. (Cilento.K, 2012)

### **2.2.3. Humburger Bahnhof museum, fur Gegenwart, Berlin (Josef Paul Kleihues 1988):**

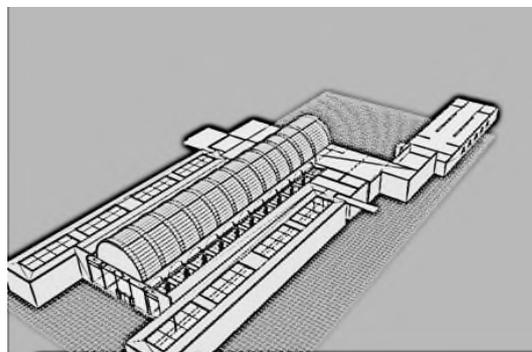
Il ne s'agit pas ici d'un projet complètement nouveau, mais l'intervention de Josef Paul Kleihues entre 1988 et 1992, a fait qu'il a gardé une partie de l'ancienne gare détruite en ajoutant dans la partie manquante deux nouvelles ailes qui feront office d'espace d'exposition permanente.

Il est à remarquer que la gare avait été conçue en 1957 par l'ingénieur Friedrich Neuhaus et par l'architecte Wilhelm Holz dans l'objectif d'assurer le transit entre Berlin-Hambourg, elle se caractérisait par son style architectural imposant qui avait pour rôle de marquer l'entrée de la ville et qui est doté de deux tours et une grande arcade permettant le passage du train.

Ce n'est que vers les années quatre-vingt que l'ancienne gare complètement endommagée par la seconde guerre mondiale avait été restaurée, la restauration n'a pas pu aboutir à des résultats satisfaisants, la gare avait été complètement transformée en musée contemporain (Figure V. 15-16).

Ce parcours d'exposition suit le principe de symétrie et en même temps de type central. (S. Saraoui, 2011)

La salle d'exposition a les mêmes propriétés matérielles, le sol carrelé lisse est gris clair, et les murs et le plafond sont en plâtre blanc. (Peressut, 1999).



**Figure V.15: Humburger Bahnhof museum, fur Gegenwart, Berlin**

Source : auteur, 2015. Kleihues



**Figure V.16: Humbuguer Bahnhof museum, fur Gegenwart, vues d'intérieur.**  
**Source : Peressut L. B., 1999.**

- **L'intention :**

Selon ses concepteurs, le bâtiment a toujours fait l'objet d'un travail formel sur la lumière, l'intimité et la continuité architecturale. À partir du hall d'entrée, une rampe douce guide les visiteurs à travers la galerie jusqu'au hall d'entrée avant les deux expositions permanentes et temporaires des deux côtés.

Ce lieu présente l'exposition au public. A gauche du hall d'entrée se trouve un espace dédié aux expositions permanentes. Il vise à offrir différents parcours et scènes à travers des pièces continues, et son principe d'éclairage répond aux changements de hauteur de 3,50 m, 5 m, 7 m et 10 m. La piste de peinture mobile peut organiser des chemins libres par couche, pièce, quinconce et chicanes pour ouvrir la perspective, ou au contraire isoler l'œuvre. La grande salle dégage un espace spacieux de 30x30 mètres, propice à la libre flânerie entre les œuvres. (Meier. R et Sean. S, 1999).

La conception des sheds d'éclairage donne à la lumière une alternance régulière. Ces stries lumineuses horizontales captées au nord fournissent une lumière directe et uniforme selon le volume du lieu et l'atmosphère stable où l'architecte souhaite montrer la collection permanente. (Foulon P. J, 2001)

La lumière zénithale prise au nord est ici diffusée par une pente de béton enduite de dioxyde de titane. Ils offrent une lumière réfléchiée et un espace de hall plus dynamique, en cohérence avec les différentes œuvres de l'exposition. (Peressut, 1999).

### **2.2.3. Vitra design museum (Frank Gehry 1988-1989):**

Le musée du design est une œuvre insolite de Frank Gehry, il s'agit d'un magnifique cube plasticien qui a marqué la période de la nouvelle avant-garde, située à Weilam-Rhein dans le paysage rural d'une Allemagne située entre la Suisse et la France, par la société Vitra dans un site qui tend à devenir un laboratoire d'architecture, l'architecte qui était un designer de chaise avait expliqué qu'au-delà de la plasticité apparente de son projet ses formes n'ont rien d'arbitraire, vue qu'il s'est basé sur la distribution de la lumière à l'intérieur de l'espace pour les créer. Le musée de Vitra est l'un des plus importants musées du design industriel (meubles et d'architecture), le Vitra Design Museum est devenu une fondation indépendante de la société Vitra, et ce grâce aux expositions et aux publications d'atelier de design et d'architecture (Figure V. 17-18).

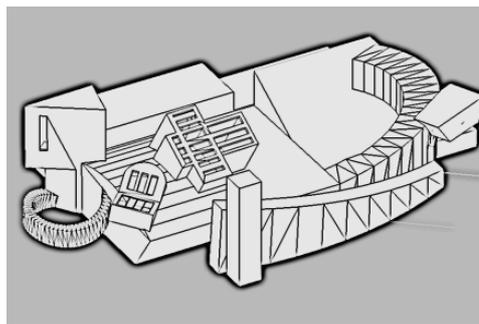
Le musée est classé comme œuvre programmatique du déconstructivisme où le volume est un résultat de collage artistique sous forme d'une sculpture comportant plusieurs éléments architecturaux (cubes, rampes, tours, ...), (Peressut, 1999). La forme architecturale du volume n'est autre que le premier objet exposé du musée que le visiteur découvre en premier, et grâce à la

lumière qui pénètre l'espace par les ouvertures zénithales, les œuvres d'art fondent dans le décor et constituent un tout homogène et cohérent sur les deux niveaux du musée, qui s'étendent sur une surface d'environ de 700 m<sup>2</sup>.

Le parcours du musée de Vitra est un parcours de type labyrinthe, où les mouvements s'effectuent sans repères apparents. La promenade est basée sur le principal effet de la surprise. (S. Saraoui, 2011)

L'espace intérieur du musée se caractérise par un respect de la linéarité au niveau du sol, mais l'implantation des volumes de manière multidirectionnelle dans le plafond ce qui rend l'espace organique, l'espace est ouvert dans l'ensemble et le passage d'une séquence d'exposition à une autre se fait par le biais d'une marche ou d'un mur arqué. (S. Saraoui, 2011)

Celles-ci sont différentes d'un espace à l'autre. La différence réside non seulement dans la forme, mais aussi dans la position et l'orientation par rapport à l'espace intérieur. Les matériaux utilisés tout au long du parcours sont les mêmes : i) parquet avec sols bruns, et ii) murs et plafonds gris, plâtre Pour le revêtement . (Peressut, 1999).



**Figure V.17 : Vitra Design Museum**  
Source : auteur, 2015.



**Figure V.18 : Vitra Design Museum, vues d'intérieur.**  
Source : REVUE technique et architecture n387 Janvier, 1990.

- **L'intention :**

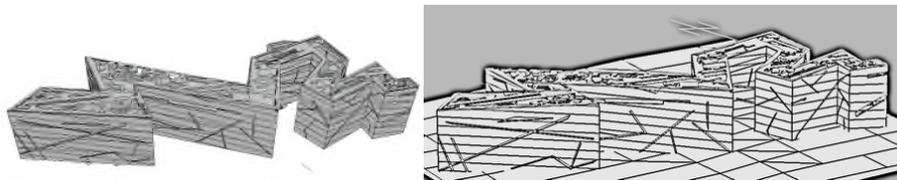
Selon Gehry, la lumière est l'une des choses qui nous permet de faire la distinction entre l'intérieur et l'extérieur. Nous espérons que l'interne pourra nous protéger des conditions extérieures et créer

une forme et un environnement uniques pour les activités qui y sont prévues. La lumière renvoie souvent à l'esprit des lieux, et au bien-être des usagers lors de l'utilisation de l'espace. (Figure IV.11)

Il trouve que le visiteur par instinct dès qu'il aperçoit un point lumineux marqué, il cherche souvent à marquer une pause pour chercher la prochaine direction, autrement dit le prochain mouvement dans l'espace. (Peressut, 1999).

#### **2.2.4. Musée juif de Berlin (Daniel Libeskind 1999) :**

Le musée juif de Berlin a ouvert ses portes en 1999, il avait été conçu par l'architecte américain Daniel Libeskind, par la voie d'un concours d'architecture. Le bâtiment est une œuvre au sommet du déconstructivisme ou l'architecte avait essayé de faire ressentir au visiteur la triade sur laquelle il a travaillé (la continuité, l'exil, l'holocauste), il voulait faire ressentir au Berlinois à travers les espaces atypiques vides et les objets exposés la douleur des juifs. (Figure V. 19-20)



**Figure V. 19 : Musée juif de Berlin**  
Source : auteur, 2015.



**Figure V. 20 : Musée juif de Berlin, vues d'intérieur.**  
Source : Peressut L. B., 1999.

Dans ce musée le parcours de visite est de type labyrinthe. Toute l'ambiance est de couleur grise vu que les matériaux qui composent l'espace sont tous une nuance du béton à l'état brut. (S. Saraoui, 2011)

- **L'intention :**

« Le musée juif est conçu comme un emblème dans lequel l'invisible et le visible sont des éléments structurels qui ont été assemblés dans cet espace de Berlin et révélés dans une architecture où l'innommable rappelle le nom de ceux qui ont disparu. » d'après Libeskind, (Charel. J et Mortet. J, 2007)

« Le musée juif est basé sur les figures invisibles dont les tracés constituent la géométrie du bâtiment. Le sol sur lequel le musée est bâti n'est pas seulement celui qui est visible dans le quartier du Kreuzberg, mais également celui qui est à la fois au-dessus et en dessous. »

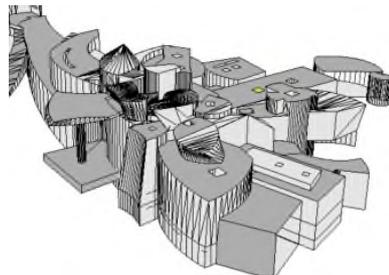
« Les fenêtres sont la manifestation physique d'une matrice de connexions pénétrant le site. Ces coupures sont les lignes topographiques joignant les adresses des allemands et des juifs, directement autour du site et qui rayonne vers le lointain. Les fenêtres sont l'écriture des adresses par les murs du musée eux-mêmes. » (Libeskind D, 2015)

### 2.3. Les musées situés en Espagne :

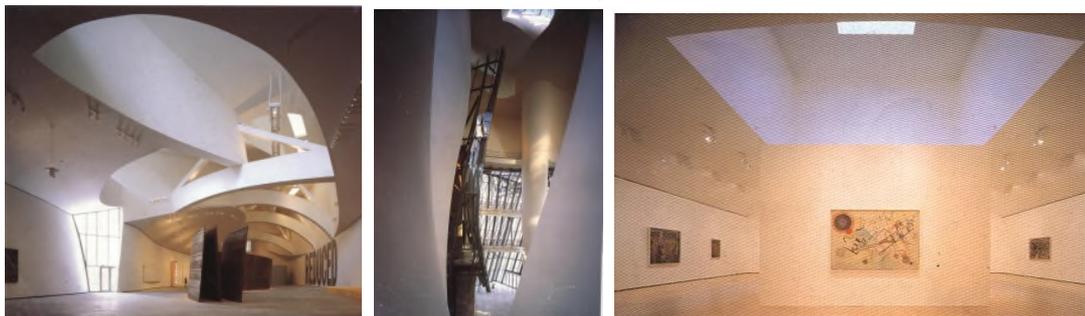
#### **2.3.1. Musée Guggenheim Bilbao (Frank O. Gehry 1993):**

Le musée avait été conçu par l'architecte Frank O. Gehry, qui a repoussé à travers son projet les limites de l'architecture moderne vers l'usage de la technologie. Son œuvre déconstructiviste avec sa structure en titane rappelle la mémoire industrielle du lieu sur une parcelle de 32500m<sup>2</sup>. Le projet se présente sous la forme d'une sculpture de forme irrégulière et ondulantes, réalisé grâce au logiciel CATIA, un programme de design informatique avancé pour bateau. Le musée abrite une collection d'œuvres d'art moderne et contemporain. (Figure V. 12-22).

Le parcours pour ce cas d'étude est de type labyrinthe. Il n'existe pas de chemin précis à suivre, ni de logique dans le déplacement. Dans la plupart des temps les déplacements se font de manière spontanée. (S. Saraoui, 2011)



**Figure V. 21 : Musée Guggenheim Bilbao**  
Source : auteur, 2015.



**Figure V. 22 : Musée Guggenheim Bilbao, vues d'intérieur.**  
Source : Peressut L. B., 1999.

Les salles d'exposition sont de style déconstructiviste et organique, les parois désobéissent à la logique du plan, aucune salle ne ressemble à une autre le matériau utilisé pour les parois et pour le plafond est la peinture blanche, le granito de couleur grise pour le sol. (Foulon P. J, 2001)

- **L'intention :**

Les architectes ont utilisé les mêmes concepts liés à la lumière déjà utilisés par Le Corbusier, dans leurs descriptions de l'espace atrium ils disent avoir laissé entrer beaucoup de lumière naturelle par l'emploi des grandes plaques de verre.

Ils évoquent la fameuse citation du Corbusier « *la clé est la lumière, la lumière illumine les formes et les formes ont un pouvoir émotionnel.* » (Meier. R et Sean. S, 1999).

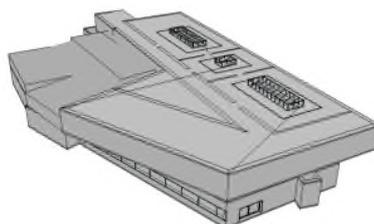
« *Je voulais que le musée soit doté d'une commande d'éclairage offrant à la fois précision, fiabilité, facilité d'installation et de programmation. C'est pourquoi je tenais tant au système GRAFIK 6000® de Lutron.* » (Zaferiou.P, 2002)

« Nous avons tenu compte des effets de la lumière du jour dans l'ensemble du bâtiment car la plupart des 19 galeries sont dotées de fenêtres. » M. Gehry a toujours voulu que son musée laisse entrer la lumière naturelle dans les galeries par des lanterneaux. Des stores motorisés en tissu ont été installés sous les lanterneaux de la galerie. « Nous avons également été chargés de concevoir un système d'éclairage flexible qui n'altère pas l'esthétique des plafonds comme les lignes droites d'un éclairage sur rail encastré. » La conception de la commande d'éclairage s'est avérée tout aussi délicate que celle de l'éclairage du musée.

### **2.3.2. Centro Gallego de Arte contemporaneo (Alvaro Siza, 1994):**

Le Centro Gallego de Arte contemporaneo est un chef d'œuvre de l'architecte Alvaro Siza, le musée conjugué harmonieusement tradition et modernité, vu la nature traditionnelle du volume et du site au nord de Saint Jacques de Compostelle qui se présente comme un amphithéâtre par sa topographie, et son intérieur moderne. Le musée abrite les collections de la Fondation Arco, les fonds d'artistes galiciens contemporains, et quelques œuvres contemporaines. (Figure V. 23-24).

L'objectif de Siza était de « faire redécouvrir un ordre préexistant, puis détruit et, en même temps, de faire en sorte que la nouvelle construction affirme son importance civile » (Siza, 1992, p. 64). Le projet répond à cet objectif vu que le plan est relié au tracé de la rue Valle-Inclan. Le projet s'élève comme un gros rocher brisé, l'architecte avait repris l'alignement de l'avant toit et l'aspect massif de la construction faisant ainsi référence au contexte rocheux du musée. L'accès au musée précise l'architecte a un lien direct avec le parvis de l'église. Et comme tous les édifices historiques de Saint Jacques de Compostelle l'architecte avait opté pour l'usage du granit pour le revêtement. (Peressut, 1999).



**Figure V. 23: Centro Gallego d'Arte contemporaneo**  
Source : auteur, 2015.



**Figure V. 24: Centro Gallego d'Arte contemporaneo**  
**Source : Peressut L. B., 1999.**

Il est a remarqué que le parvis et l'espace sur lequel donne les trois entrées du musée, de l'église et du couvent. Cette liaison a fait que le parcours muséal soit de vocation urbaine avant qu'il devienne architectural. (S. Saraoui, 2011)

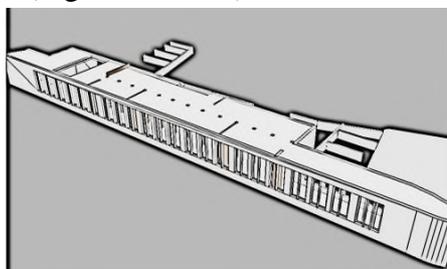
- **L'intention :**

La lumière dans ce musée est réfléchi sur les murs durs leurs donnant une certaine luminosité fraîche, Alvaro Siza avait l'intention de créer une promenade architecturale à travers son parcours muséal, les intensités variables de la lumière et leurs rythmes, marque l'esprit du visiteur, et offre une grande spiritualité au lieu.

L'architecte a pris en considération la relation entre l'urbain traditionnel et l'architectural contemporain, cet intérêt ce manifeste du volume extérieur jusqu'au détail d'ameublement. (Foulon P. J, 2001).

### **2.3.3. Musée hydraulique Espagne (Juan Navarro Baldeweg, 1989 et 1992) :**

La ville de Murcie est une ville chargée d'histoire qui raconte son architecture, elle est une belle province agricole construite au tour d'un fleuve. Connue par ces anciens moulins du 19<sup>ème</sup> siècle qui travaillaient le grain. Quand Juan Navarro avait été appelé pour intervenir sur le site, il a constaté qu'il reste encore quelques vestiges anciens fragmentés dans un état de dégradation avancée, bâtis de pierre brute. L'objectif était une intervention forte pour tout transformer en musée hydraulique et centre culturel entre 1989 et 1992. (Figure V.25-26)



**Figure V.25 : Musée hydraulique Espagne**  
**Source : auteur, 2015.**



**Figure V.26 : Musée hydraulique Espagne, vues d'intérieur.**  
**Source : Revue technique et architecture n°387 janvier 1990.**

Les espaces d'exposition dans ce musée se caractérisent par une liaison transparente par le biais des percements. Le sol est constitué de carrelage gris clair ; les murs et le plafond sont en plâtre blanc. (S. Saraoui, 2011)

- **L'intention :**

Le musée a un caractère très abstrait si nous nous basons sur le travail réalisé par l'architecte en ce qui concerne la lumière, l'architecte s'est basé sur les possibilités spatiales et les messages que peut véhiculer la lumière, l'usage de la lumière du jour sans la dramatiser offre un effet de chaleur et d'accueil à l'espace en question. (Peressut, 1999).

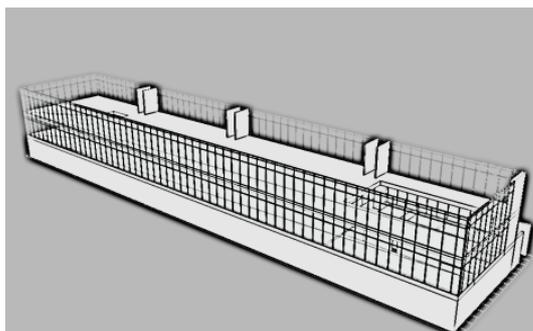
Le Musée Hydraulique de Murcie répond à la typologie du musée de site. Un modèle défini par l'ICOM comme un " musée conçu et organisé pour protéger un patrimoine naturel et culturel, mobilier et immobilier, conservé dans son lieu d'origine, où ce patrimoine a été créé ou découvert ". Cette typologie muséale s'explique dans le cadre de la conception de la muséologie entendue comme En effet, sa raison d'être est la conservation et la mise en valeur in situ du patrimoine industriel dans le but de le rendre compréhensible et accessible au public. La muséalisation de l'installation molaire dans son espace d'origine était le meilleur moyen de conserver et d'exposer des collections de matériaux qui, en raison de leur lourdeur et de leurs grandes dimensions, seraient difficiles à trouver et accessibles dans d'autres espaces ou musées. (Gilabert González L ; M ,2008)

#### **2.3.4. Musée de l'Archéologie maritime CARTAGENA (Alberto Campo Baeza 1998) :**

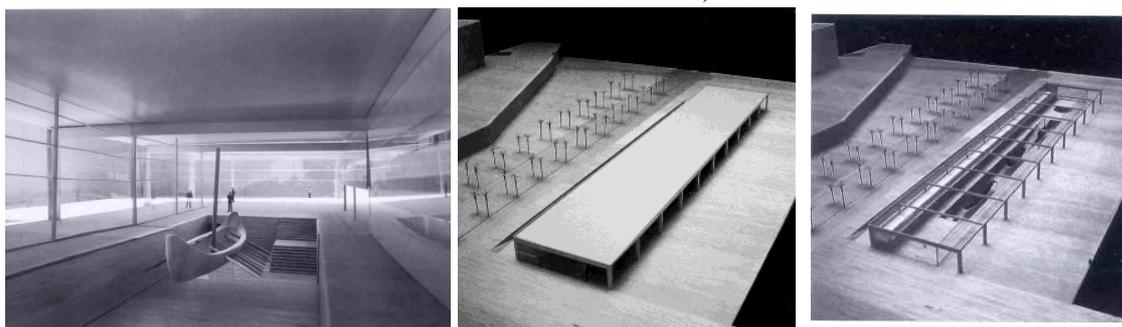
Nous remarquons que ce musée se caractérise par sa dimension archéologique, vu que l'objectif du concours gagné par Alberto Campo Baeza était de concevoir un musée pour abriter les œuvres archéologiques phéniciennes, de la méditerranée (Figure V. 27-28).

Le musée se caractérise par l'usage de matériaux nobles, de jeux de lumière naturelle et artificielle, et les perspectives créées par ces deux éléments afin de mettre en scène les œuvres exposées et offrir des bonnes conditions de muséographie aux visiteurs.

Le parcours dans ce cas d'étude est de type linéaire. (S. Saraoui, 2011)



**Figure V. 27 : Musée de l'Archéologie maritime**  
**Source : auteur, 2015.**



**Figure V. 28 : Musée de l'Archéologie maritime**  
**Source : Baeza A.C ,2001.**

- **L'intention :**

Son utilisation de la lumière naturelle, provenant pour la plupart du temps de façon latérale nous transporte dans un tableau de Vermeer. Cette lumière souligne et accentue les ombres des sculptures. Ces dernières se présentent parfois de dos, afin d'attirer l'attention du visiteur sur un détail de la sculpture, puis de lui donner envie de tourner autour, de susciter sa curiosité

Dans les œuvres de Baez, le rôle que joue la lumière se définit par l'effet dégager autour des objets dans l'espace, entre autres le fait qu'ils soient soulignés ou accentués.

Cette manière de présenter l'objet sous la lumière augmente la curiosité du visiteur à tourner autour de l'objet. (Meier. R et Sean. S, 1999).

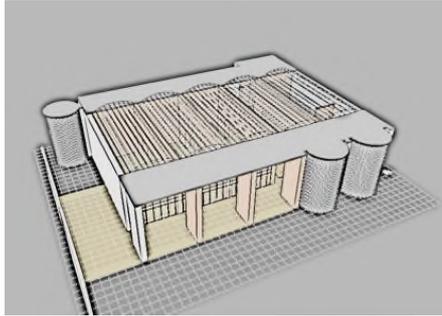
#### **2.4. Les musées situés en Suisse :**

##### **2.4.1. Musée Jean Tinguely (Mario Botta 1993-1996) :**

Le musée de Jean Tinguely est considéré parmi les musées les mieux situés de point de vue urbain dans un petit parc de la région du Rhin oriental, il se présente comme un bloque dominant et occupant un axe urbain très important longé par l'autoroute qui relie entre la zone de Schwarzwaldbrücke et la route secondaire de la Grenzacherstrasse. (Figure V. 29-30).

Le musée avait été conçu par le célèbre architecte Mario Botta conçu entre 1993 et 1996, est caractérisé par son système statique qui devrait à l'époque appuyé la structure destinée au traitement des eaux qui passé sous l'édifice. La structure se caractérise par cinq nefs qui peuvent être vu de l'extérieur et quatre traves en béton armé de 30 mètres de long. ce type de structure rend l'espace très flexible, basé sur la centralité tous les espace qui entourent le centre sont intimes et

fermés et l'espace central qui est de 60m sur 30m se caractérise par l'existence de parois coulissantes fixées aux niveaux des poutres, qui descendent en fonction de l'exposition. (Peressut, 1999).



**Figure V. 29 : Musée Jean Tinguely**  
Source : auteur, 2015.

Les matériaux qui composent le musée sont de nuance claire dans l'ensemble, un blanc pour les plafonds et les parois, et un sol de couleur marron (bois vernis), les espaces d'exposition se communiquent entre eux par el biais d'un parcours bien défini de nature linéaire. (S. Saraoui, 2011)



**Figure V. 30 : Musée Jean Tinguely, vues d'intérieur**  
Source : Peressut L. B., 1999.

- **L'intention :**

Mario Botta avait dans sa manière de concevoir un projet architectural trois soucis, le premier étant l'organisation spatiale optimale, le second offrir à cette organisation l'agencement structurel le plus adapté, et enfin trouvé des solutions à l'acheminement de la lumière vers les espaces d'exposition. Son travail consiste selon lui à faire naître la lumière de l'obscurité en trouvant un équilibre entre différentes dualités (Lourd-léger, massif-aérien, opaque-transparent, sombre-lumineux). (Meier. R et Sean. S, 1999).

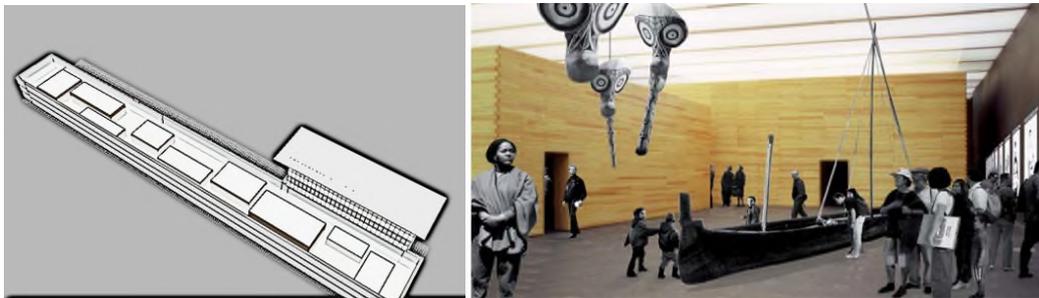
*Selon l'architecte : "La lumière, pour l'architecte, est le signe visible de la relation qui existe entre le travail architectural et les valeurs cosmiques de l'environnement, c'est l'élément qui façonne le travail dans le contexte environnemental spécifique, il décrit la latitude et l'orientation, relie le bâtiment avec les particularités environnementales «.* (Anay.H, 2009)

#### **2.4.2 Musée d'ethnographie suisse (Hanger, Monnerat, Petitpierre, 1995) :**

Le musée d'ethnographie suisse avait été proposé par les architectes Hanger, Monnerat et Petitpierre et réalisé en 1995, le musée se compose d'une série de pièces coffrées plaquées de bois, de diverses dimensions, disposés de manière multidirectionnelle, offrant ainsi un parcours interstitiel irrégulier. Les visiteurs découvrent le parcours et choisissent son sens en fonction de la lumière

zénithal qui le caractérise, grâce à la muséographie chaque espace d'exposition est différent des autres espaces (Figure V. 31-32)., ce que les architectes qualifient de climat sensoriel adapté aux objets exposés, reflétant ainsi le côté moderniste de la programmation architecturale. (S. Saraoui, 2011)

« *Le musée est un immense espace, dont les murs et le sol en béton noirrouille poli, forment un unique contenant. Des SALLES-COFFRETS de dimensions différentes, plaquées de bois, créent un parcours continu ponctué d'espaces d'exposition et de resserrements. Le tout est baigné de lumière zénithale. Le visiteur choisit son parcours au fil de sa curiosité. Dans chaque salle-coffret, un monde inconnu, mystérieux et fascinant ; chaque salle permet de définir une atmosphère particulière, adaptée aux objets exposés. Un système de lamelles permet de contrôler l'apport de lumière naturelle jusqu'à l'obscurcissement complet. La technique se loge dans l'épaisseur de la peau des salles.* » les architectes (Necker.L et Détraz .C, 1997)



**Figure V.31.32 : Musée d'ethnographie suisse**  
**Source : Auteur et MPH-musée d'ethnographie, 2015.**

- **L'intention :**

Malgré le fort contraste que peut caractériser les espaces, la lumière naturelle considéré assez changeante offre à l'espace une certaine intériorité et lui attribue un aspect synchronique. (Meier. R et Sean. S, 1999).

« *Nous avons analysé la fin du plateau que représente le quartier des Tranchées, la relation haute-ville, basse-ville que nous avons résolue de façon assez nette, parce que quand on se promène le long de la rue Ferdinand Hodler, on est dominé par le bruit... Nous avons retenu, pour la visite d'un Musée d'ethnographie, une notion de voyage, de méditation presque, de mystère, d'atmosphère propice à la découverte ; nous avons voulu une ambiance calme, sereine, tranquille, ce qui nous a amenés à mettre l'entrée du côté de la place Sturm.* » (Necker.L et Détraz .C, 1997)

### **2.4.3. Musée Beveler Riehen (Renzo Piano 1998) :**

Le musée du Beyler riehen s'étant comme un grand bateau de 127 Mètres sur la plaine suisse, bordé de la rue Baselstrasse caractérisée par sa très forte circulation et protégé par un mur végétal, d'une architecture assez atypique choisi par l'architecte Renzo Piano afin de présenter l'art moderne. (Figure V. 33-34)

Le musée se présente au visiteur tel un pavillon de composition harmonieuse de pierre à l'état naturel, d'acier peint en blanc, et de verre. De loin nous pouvons apercevoir quatre murs parallèles monumentaux revêtus de porphyre argentin donnant une impression de massivité et de stabilité, les murs supportant une grande verrière de 4500m<sup>2</sup> (Perssut, 1999), et comporte environ 900brise

soleils posés en oblique pour gérer l'intensité du rayonnement solaire, le toit laissé pénétrer la lumière naturelle tout au long de la journée. Les façades sont selon l'architecte un élément de dialogue et de continuité d'exposition entre l'espace intérieur et l'extérieur du musée qui est le parc naturel. (S. Saraoui, 2011)



**Figure V. 34 : Musée Beyeler Riehen, vues d'intérieur**  
**Source : Peressut L. B., 1999.**

Le parcours dans ce cas d'étude est de type linéaire, le visiteur suit un chemin obligé, ou il passe d'une salle à une autre sans revenir en arrière, et ce jusqu'à la dernière salle. (S. Saraoui, 2011)

À l'intérieur, les salles sont d'une tranquillité parfaite, que ne vient troubler aucun détail technique ou décoratif. Calme et mouvement, concentration contemplative et « compréhension déambulatoire » s'équilibrent dans une succession de salles bien dosées. Par son élégance discrète, cette architecture sert entièrement l'art, sans pour autant se dissimuler elle-même (Meier. R et Sean. S, 1999).

- **L'intention :**

*« En gardant à l'esprit l'amour d'Ernst Beyeler pour la lumière naturelle, une attention particulière a été accordée à la conception du toit : une véritable "machine à lumière zénithale". Le toit vitré est composé de couches de verre qui filtrent la lumière directe du soleil en douceur (50%) à l'intérieur et assurent que les œuvres d'art ne sont pas endommagées. Il est maintenu en place par une structure en acier et comporte un auvent en porte-à-faux. Des plaques de verre trempé inclinées et sérigraphiées en sérigraphie, placées à angle sur des poutres en acier verticales, sont posées sur du verre de sécurité feuilleté isolant. Une deuxième couche de verre de 1,4 m sous le toit transparent sert de chambre à air pour contrer les effets des changements de température extérieure et faciliter l'entretien. C'est dans cette chambre que se trouvent les lamelles réglables qui permettent de filtrer la bonne quantité de lumière directe et l'éclairage artificiel qui compense lorsqu'il fait sombre à l'extérieur. Sous tout cela se trouve un velum : une structure composée de plaques perforées en caisson à l'intérieur de laquelle une couche de tissu blanc est tendue pour assurer la dispersion uniforme de la lumière ». (Piano.R,1997)*

## 2.5. Les musées situés en Autriche :

### 2.5.1. Musée historique de Salzbourg (Hans Hollein 1989-1990) :

Le musée se présente comme une sculpture à l'intérieur de la montagne, ce choix avait été proposé par Hans Hollein lors du concours d'idée, vu la nature du site. Le musée est d'une architecture assez simple d'abord un volume vide qu'il creuse dans le rochet, ce puits était un élément essentiel de la conception vu qu'il produit une succession d'émotion et de vertige occasionné par les parois transparentes constituant une sorte de garde du corps, qui devrait selon l'architecte provoqué un sentiment de sécurité chez le visiteur. (Peressut L. B, 1999).

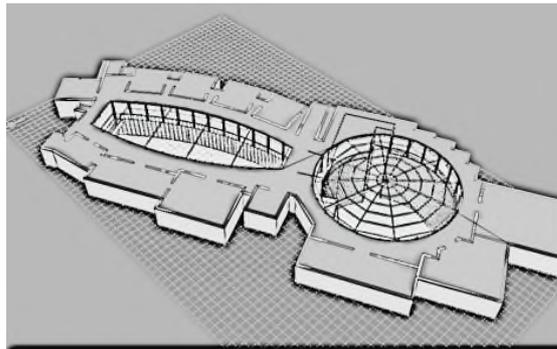


Figure V.35 : Musée historique de Salzbourg  
Source : auteur, 2015.

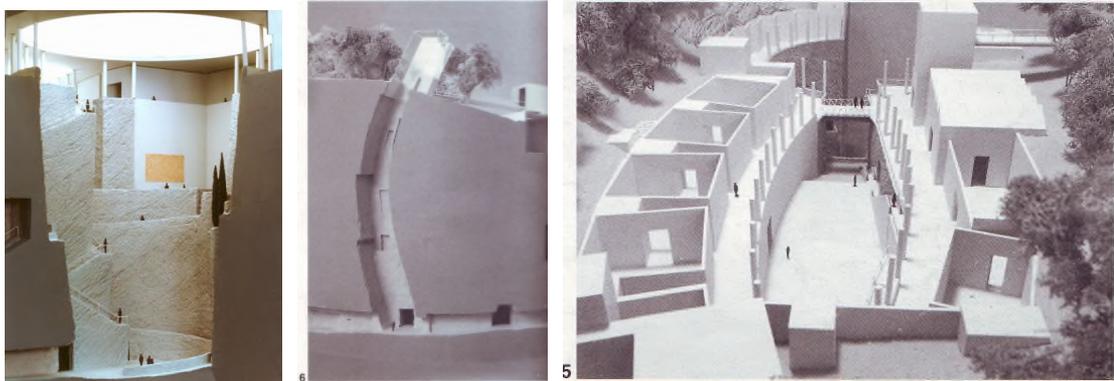


Figure V.36 : Musée historique de Salzbourg  
Source : revue technique et architecture, 1990.

L'objectif de Hollein était de maximiser les relation lumière / volume / parois, il a fait de son objet architectural une sculpture bien travaillée. La sculpture est par définition une œuvre sculptée de l'extérieur pour être apprécié par celui qui la voit dans sa totalité, l'architecture du musée est en effet une sculpture à l'intérieur qui ne peut être aperçu de l'extérieur il affirme cela comme suit : « l'intériorité du musée s'expose comme une façade qui viendrait enclore toute la volumétrie des puits et des galeries, ou de fausses fenêtres transforme le hall en portion de ville miniature ». (Figure V. 35-36).

Le choix de l'architecte quant aux matériaux de construction s'est porté sur le parquet marron foncé au le sol, du plâtre blanc clair au le plafond, et de la peinture blanche qui tend vers le beige clair pour les parois. Notre lecture de l'espace intérieur nous a permis de déceler des espaces

d'exposition disposer de manière régulière dans les deux sens, tout au long du parcours principal, ce qui rend le caractère linéaire mis en exergue. (S. Saraoui, 2011)

- **L'intention :**

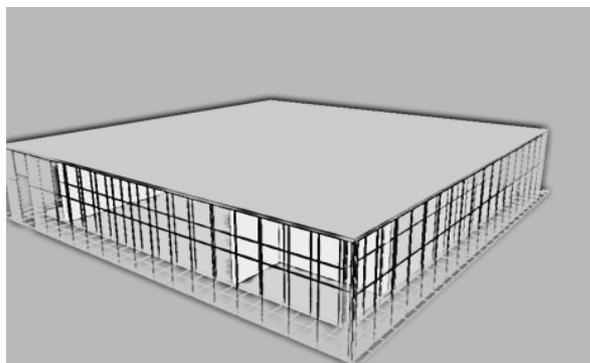
« *J'aime que la lumière soit célébrée quand elle traverse un mur* », affirme l'architecte (Meier.R, 1995, p. 35), la lumière dans ce projet avait été conçu selon le principe d'une goutte d'eau, l'objectif était de ramener la lumière, jusqu'au endroit les plus éloigner, l'architecte avait dès la phase conception utiliser la course du soleil régler le problème de l'éclairage, le projet n'aura qu'une surface plafond qui sonne sur l'extérieur, mais le visiteur ne doit pas avoir l'impression que l'espace qu'il visite n'est autre qu'un espace enterré en plein rochet. (Meier. R et Sean. S, 1999).

### **2.5.2. KUNSTHAUS BREGENZ, Autriche (Peter Zumthor 1990-1997) :**

Le musée Kunsthaus Bregenz se présente comme un cube (22 mètres de côté sur 30 de hauteur) d'aspect irréel, un peu mystérieux, cela est dû à son enveloppe de verre dépoli. La structure du musée est de type béton armé peu être perceptible au niveau des façades et ce grâce à leurs aspect semi transparent. L'enveloppe extérieure de l'édifice tend vers le gris durant la journée comme tonalité des eaux du lac, la nuit il est une grande lampe urbaine grâce à son éclairage intérieur.

Le musée abrite dans ses espaces d'exposition la nouvelle « maison de l'art » de Bregenz. Peter Zumthor cherchait à créer un musée d'art contemporain expliquant le rôle de la culture d'une localité touristique autrichienne destinée à exposer pour d'autre pays limitrophes tels que l'Allemagne et la suisse. (Peressut, 1999).

Le bâtiment du musée ne se limite pas au cube vitré mais s'étant aussi du côté de la Kornmarktstrasse sur un autre bâtiment plus bas et linéaire qui abrite les parties restantes du programme autre que les espaces d'exposition tel que l'administration et la bibliothèque. Le programme est réparti par la suite sur le rez-de-chaussée qui abrite la boutique du musée et un café donnant sur une grande terrasse destinée à la détente, séparent entre le cube destiné à l'exposition et le théâtre. (Peressut, 1999).



**Figure V. 37 : KUNSTHAUS BREGENZ, Autriche**  
**Source : auteur, 2015.**



**Figure V. 38 : KUNSTHAUS BREGENZ, vues d'intérieur**  
**Source : Peressut L. B., 1999.**

L'architecture de la partie destinée à l'administration et aux services ne ressemble en aucun cas à celle du cube transparent, elle est d'une grande richesse architecturale et plasticité, laissant apparaître la structure en béton armé et les grandes baies vitrées avec rideaux à enroulement extérieur, cette spatialité a fait que le choix de l'architecte s'est porté sur le parcours linéaire (S. Saraoui, 2011) (Figure V. 37-38)

- **L'intention :**

L'architecte considère la lumière comme l'un des matériaux de base avec lequel il doit composer. Essentielle, il l'admire, l'utilise mais avoue ne pas en saisir toute la complexité :

*"J'expose les pièces, les matériaux, les textures, les couleurs, les surfaces et les formes de la lumière du soleil, je capture cette lumière, la réfléchit, la filtre, la masque, la dilue pour faire briller un éclat au bon moment. La lumière comme agent matériel : cette idée m'est familière mais en y réfléchissant bien, je me dis que je n'y comprends pas grand-chose".* (Meier. R et Sean. S, 1999).

Il est à préciser que l'architecte après ses nombreuses conceptions de musée a eu les félicitations du jury, sur ce qu'ils considèrent comme l'extraordinaire exemple de composition avec la lumière du jour en 2007 ou il a eu « Daylight-Award » :

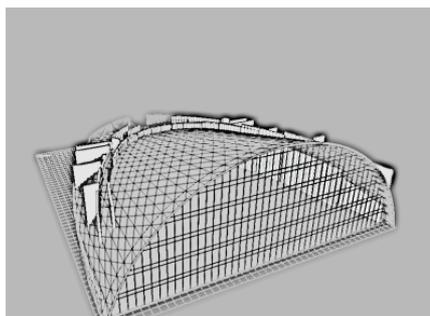
*« Il contrôle lumière et obscurité d'une manière merveilleuse et en crée une œuvre grandiose qui peut d'ores et déjà être considérée comme classique. Pour le jury, Peter Zumthor est un artiste au maniement de lumière naturelle. »* (Meier. R et Sean. S, 1999).

*"C'était une belle occasion pour moi d'aborder l'histoire du lieu, de me prouver que l'on peut embrasser le passé et faire quelque chose qui en découle, au lieu de construire un bâtiment contrasté comme le font parfois les architectes modernes",* dit Zumthor. (Robathan. M, 2017).

## **2.6. Les musées situés en Grande Bretagne :**

### **2.6.1. American air museum Duxford GB (Foster partners 1993-1997):**

Le musée avait été conçu par l'architecte Foster entre 1993 et 1997, et se présente comme une double coquille de panneaux courbés, limitant un espace d'exposition de 18 mètres de hauteur sur 90 mètres projeté par l'agence Ove Arup comme une section en béton armé de la voûte à l'arc surbaissé (Figure V. 39-40)., et semi enterré du côté arrière. Dans cette courbure s'inscrit la façade comme une grande baie vitrée donnant sur l'espace d'exposition. (Peressut, 1999).



**Figure V. 39: American air Museum Duxford GB**  
**Source : auteur, 2015.**



**Figure V. 40 : American air Museum Duxford GB**  
**Source : Peressut L. B., 1999.**

Le parcours avait été conçu comme une grande rampe allant du côté gauche de l'entrée de la salle d'exposition jusqu'au côté droit, pour apprécier l'exposition nous devons monter jusqu'à presque la moitié de la hauteur ensuite on redescend. Il est à remarquer que la rampe est éclairée par des lucarnes qui en suivent la courbure. (S. Saraoui, 2011)

- **L'intention :**

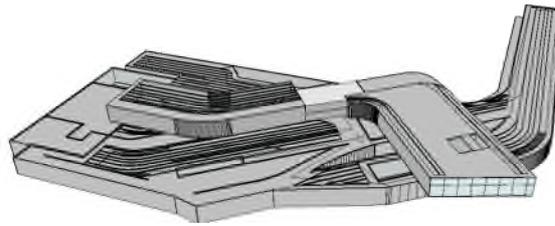
L'architecte Foster est connu par ses principes high tech qui s'inscrivent parfaitement dans la logique fonctionnelle de la tendance postmoderne. L'édifice réussie n'est qu'une somme de l'interaction entre plusieurs paramètres, le fonctionnement, l'écologie.

La lumière naturelle est le concept qui préoccupe le plus le concepteur, étant dans des espaces où la structure est mise en évidence, la lumière apporte un peu de chaleur et de gaieté dans l'espace intérieur de l'édifice. La combinaison des deux éléments permettra d'apprécier la visite et l'ambiance, en plus des objets exposés, ce musée devient lui-même un objet exposé. La réussite de l'œuvre est due aussi au relationnel extérieur intérieur travaillé par l'architecte. (Peressut, 1999).

## **2.7. Les musées situés en Italie :**

### **2.7.1. Museum DE MAXXI (Zaha Hadid 2010) :**

Le musée est l'œuvre de Zaha Hadid, une version simplifiée et ingénieuse qui met en exergue le constat « le fond se doit de caractériser la forme. L'architecte fait remarquer qu'elle s'est inspirée des lentes inclinaisons du Guggenheim de Wright. (Figure V. 41-42)



**Figure V. 41 : Museum DE MAXXI**  
**Source : auteur, 2015.**



**Figure V. 42 : Museum DE MAXXI**  
**Source : [http : //www.zaha-hadid.com/](http://www.zaha-hadid.com/), 2010.**

L'architecte avait marqué à travers son projet la continuité géométrique des axes de la ville, et la relation entre les différentes voies de communication, constituant ainsi une liaison forte entre le fleuve le bâtiment et la ville dans sa globalité urbaine. L'espace intérieur décrit par Zaha comme des agoras d'un nouveau genre, ajoutant une nouvelle dimension sociale à l'effet de la verticalité et d'oblique matérialisant l'espace de confluence tant recherché par Zaha.

Le choix des matériaux s'est porté sur de la brique peinte en blanc pour les parois et le plafond, et d'une grande dalle en carrelage gris lisse. Malgré le rythme régulier des passages entre les différents espaces, le parcours choisi par Zaha était de type Labyrinthe. (S. Saraoui, 2011)

- **L'intention :**

*« Ce qui est intéressant à propos du musée de Rome, c'est qu'il n'est plus un objet, mais plutôt un champ, ce qui implique que de nombreux programmes pourraient être rattachés au musée. Ce n'est plus un musée, mais un centre.*

*Nous tissons ici une texture dense d'espaces intérieurs et extérieurs. C'est un mélange intrigant de galeries permanentes, temporaires et commerciales, irriguant un grand champ urbain avec des surfaces linéaires. Il pourrait s'agir d'une bibliothèque ; il y a tellement de bâtiments qui ne se trouvent pas à côté les uns des autres, mais qui sont entrelacés et superposés les uns aux autres.*

*Cela signifie qu'à travers le diagramme organisationnel, vous pourriez tisser d'autres programmes dans l'idée même d'espaces de galerie. Vous pouvez établir des liens entre l'architecture et l'art - les ponts peuvent les relier et les transformer en une seule exposition.*

*Cela vous donne la possibilité intéressante d'avoir une exposition à travers le champ. Vous pouvez parcourir un segment entier d'une ville pour voir les espaces. A Rome, l'organisation vous permettra d'avoir des expositions à travers le champ, mais elles peuvent aussi être très compressées, donc vous avez une grande variété.*

*Le MAXXI s'inscrit dans le contexte urbain dans lequel il s'insère en reproposant le développement horizontal des anciennes casernes militaires, par opposition aux bâtiments résidentiels plus hauts qui entourent le site. La structure géométrique du projet est alignée le long des deux grilles qui régissent la structure urbaine de cette partie de la ville.*

*Le sentier piétonnier qui traverse le campus suit les lignes douces du musée, glissant sous ses volumes en porte-à-faux. L'intérieur du bâtiment offre aux visiteurs un aperçu des nombreuses vues et ouvertures qui traversent la structure : d'une part en protégeant son contenu entre ses murs massifs, d'autre part en invitant les visiteurs à entrer par ses grandes surfaces vitrées au rez de chaussée. »*

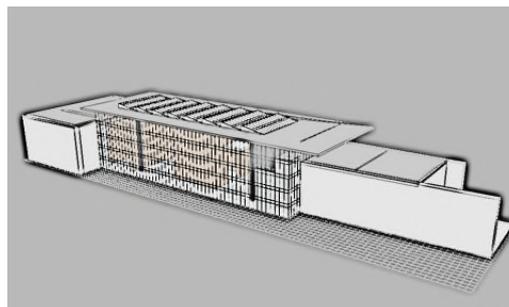
*« Les formes fluides et sinueuses, la variation et l'imbrication des différents niveaux - assistées par l'utilisation modulée de la lumière naturelle - se combinent pour créer une expérience spatiale et fonctionnelle très complexe qui offre des vues toujours différentes et inattendues, de l'intérieur vers les espaces ouverts. Le projet se caractérise par deux éléments architecturaux principaux : les murs en béton apparent qui délimitent les salles d'exposition et déterminent l'entrelacement des volumes, et le toit transparent qui module et filtre la lumière naturelle. Enfin, le système de toiture contient tous les équipements nécessaires aux fonctions du musée : il intègre des vitrages ouvrants, des dispositifs de filtrage de la lumière naturelle, un éclairage artificiel et des systèmes de contrôle environnemental. » (Fairs.M, 2009)*

### **2.7.2. Ara Pacis museum (Richard Meier & Partners 1995-2006):**

Le musée a été conçu entre 1995 et 2006 par Richard Meier et ses partenaires devant le fleuve du Tibère en Italie. Il s'inscrit comme une œuvre parfaite de la nouvelle avant-garde, où les volumes sont très équilibrés et proportionnelles. Le musée est atypique grâce à la structure antique contenue ; et l'espace contenant en mur rideau de verre de 130m de long sur 34,5m de haut. (Figure V. 43-44)

Le musée se compose d'un hall d'entrée à caractère asymétrique défini par sept colonnes en béton armé enrobé de marbre blanc ciré. Et dans la partie centrale on remarque quatre colonnes qui supportent le toit, ce dernier contient des lucarnes dont le rôle principal est de multiplier l'apport de la lumière naturelle afin d'éliminer tous les ombres susceptibles de perturber l'exposition. (Narboni, 2006).

Les matériaux utilisés pour les salles d'exposition sont du parquet en bois de couleur marron, les murs et le plafond sont en plâtre blanc, la forme régulière des volumes intérieurs a fait que l'architecte choisie un parcours linéaire. (S. Saraoui, 2011)



**Figure V. 43 : Ara Pacis Museum**  
**Source : auteur, 2015.**



**Figure V. 44 : Ara Pacis Museum**  
**Source : Belakehal.A, 2017.**

- **L'intention :**

La stratégie adoptée par l'architecte est basée sur l'usage des puits de lumière, l'adoption de ce principe crée un jeu de lumière et d'ombre qui ajoutera plus de charme à ce lieu datant de l'époque Augustéenne, ceci est affirmé dans les propos de Richard Meier "Le matériau de construction, ici, c'est la lumière ». (Narboni, 2006).

La lumière naturelle pénètre par tous les côtés dans cet espace intérieur en béton blanc et en verre une des principales caractéristiques de l'architecture de Richard Meier, pour qui la lumière représente le « matériau de construction » le plus important. La couleur blanche semble sublimer la lumière entrante et harmonise l'espace en lui donnant une homogénéité quasi spirituelle (Narbonne, 2006).

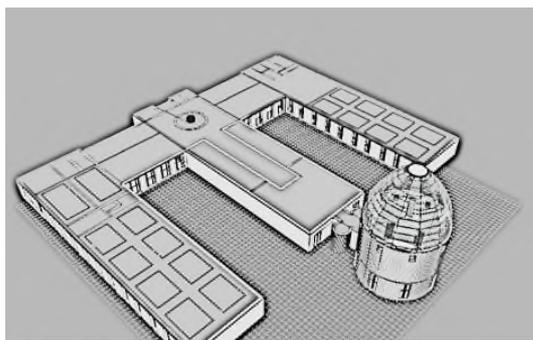
La clarté des volumes et des proportions de l'édifice s'accorde à l'échelle des anciennes structures romaines. Un élément prédominant du nouveau bâtiment est un mur-rideau en verre de 150 pieds de long sur 40 pieds de haut. Le hall d'entrée asymétrique, défini par sept colonnes élancées en béton armé et fini en plâtre de marbre ciré blanc, mène au hall principal, qui abrite l'Ara Pacis. Le contraste entre l'éclairage tamisé de l'espace d'entrée et le vaste hall principal éclairé par le haut et rigoureusement symétrique favorise une circulation naturellement progressive. Le toit du hall principal repose sur quatre colonnes avec des puits de lumière afin de maximiser l'éclairage naturel et d'éliminer les " fausses ombres ". À l'extérieur de la structure principale, un mur de travertin bas qui s'étend de l'intérieur de la salle principale trace l'ancienne rive du Tibre. Les matériaux de construction comprennent du verre et du béton ainsi qu'un travertin romain indigène de couleur beige fin. (Meier.R & Partners, 2011)

*"Le musée moderne est beaucoup plus flexible, ouvert et transparent. Il y a ici une légèreté qui est différente de celle des musées anciens ", explique Meier en 2005.*

## **2.8. Les musées situés au pays bas :**

### **2.8.1. Bonnefanten museum, Maastricht, Pays-Bas (Aldo Rossi 1990-1994) :**

Situé dans un ancien quartier industriel de la ville de Maastricht, dans le sud des Pays-Bas, le Bonnefanten museum a souvent été qualifié d'usine d'observation. Le musée apparaît comme une œuvre exemplaire d'Aldo Rossi, avec son plan en forme de 'E' et sa tour en coupole distinctive, est l'un des points de repère les plus importants le long de la Meuse qui coule autour du centre-ville. La riche histoire culturelle de l'Europe a été l'un des principaux moteurs de la conception de l'architecte Aldo Rossi, qui a utilisé un certain nombre de gestes architecturaux historiques pour placer le Bonnefantenmuseum dans une ancienne perspective européenne.



**Figure V.45 : Bonnefanten Museum, Maastricht, Pays-Bas**

Source : auteur, 2015.



**Figure V.46 : Bonnefanten Museum, Maastricht, Pays-Bas**

Source : Peressut L. B., 1999.

Les espaces d'expositions sont tous disposés sous forme de boucle (Figure V.45-46), autour d'un espace central. Le visiteur devrait dans chaque espace effectuer un tour pour revenir enfin au point de départ, cependant pour passer à la prochaine salle, les visiteurs devront passer par le hall central. (S. Saraoui, 2011)

- **L'intention :**

La lumière naturelle du jour a été la clé du contrôle de Rossi sur l'expérience des visiteurs du musée. L'avant et les côtés du musée sont fermés tandis que les murs de l'aile centrale, qui forme l'axe principal du musée, sont ouverts. Des ouvertures ponctuées dans les façades de briques du bâtiment interagissent avec les œuvres d'art et les voies de circulation, transformant un voyage au musée en une "promenade architecturale". Le long escalier central, quant à lui, est baigné de lumière du soleil à partir d'un plafond entièrement vitré, créant l'impression d'une rue couverte plutôt que d'un espace intérieur.

Pendant la phase de conception, Rossi a également écrit : "*Mais maintenant, comme si nous nous tenions sur le Belvédère, nous pouvons voir le musée dans son ensemble, peut-être un ensemble perdu que nous ne reconnaissons que grâce à ces fragments de nos vies qui sont aussi des fragments d'art et d'Europe d'antan*". (Kobeissi.L, 2017)

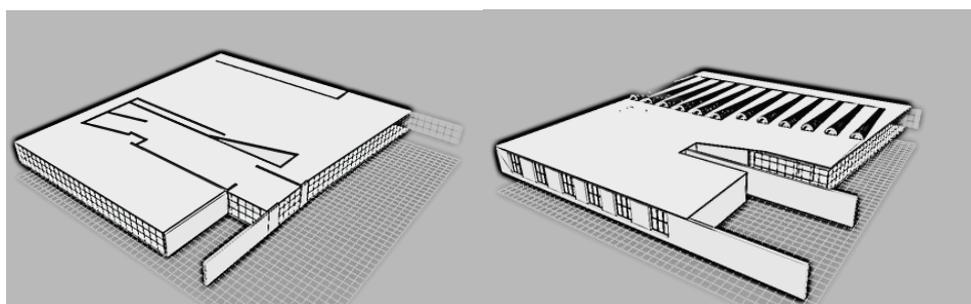
### **2.8.2. KUNSTHAL ; Rotterdam Pays Bas (Rem Koolhaas 1987-1992) :**

Le musée avait été conçu après un concours d'idée, le concours visait à créer dans le site du nord du parc du musée Boymans un autre musée qui aura une entrée principale par le même parc, et malgré le cheminement qui couperai le bâtiment en deux laissant passer une voie urbaine de 6 Mètres de haut, le bâtiment devrait garder son unité en matière de volumétrie. L'architecte Rem Koolhaas avait réussi à répondre à ses exigences grâce à sa conception du musée KUNSTHAL entre 1987 et 1992 qui avait précisé qu'il a pris en charge la double dualité de : i) la continuité muséale (que réclamais un tel programme d'exposition) et ii) la rupture imposée par l'environnement urbain (Peressut, 1999).

Rem Koolhaas avait précisé dans plusieurs entrevues qu'il voulait faire des espaces d'expositions des espaces très fluides, ou nous pouvons séparer les espaces par le biais de parois amovible en ayant 5 espaces d'exposition, ou en créant un seul grand espace d'exposition.

L'architecte avait placé son entrée dans un espace d'intersection à mi pente entre les espaces d'exposition d'une part et les espaces de service d'autre part tel que l'auditorium. Cette entrée avait créé un mouvement de continuité souhaité par l'architecte dès la première lecture du programme en forme de ruban dans une conception rigide cubique, elle a créé un axe de circulation central qu'en pouvait emprunter pour descendre ou pour monter. (S. Saraoui, 2011)

Le bâtiment résultant est un cube éclaté (Figure V. 47-48). En quatre partie inégales, et séparé par deux routes croisées, la structure n'est pas vraiment apparente dans ce projet à part pour l'espace d'exposition où nous remarquons le système de construction simple recherché par l'architecte se manifesté par les poteaux et les dalles. Ce qui en fait des espaces élaborés est en fait la lumière à laquelle ils s'exposent. Une lumière changeante tantôt crue tantôt diffuse qui en fait des espaces intérieurs polymorphes (Peressut, 1999).



**Figure V.47 : KUNSTHAL ; Rotterdam Pays Bas**  
**Source : auteur, 2015.**



**Figure V. 48 : KUNSTHAL ; Rotterdam Pays Bas**

**Source : Peressut L. B., 1999.**

Le parcours dans ce cas d'étude étant de type linéaire, le visiteur y suit sa visite suivant la logique de l'exposition des œuvres d'art jusqu'à la dernière salle d'exposition. (S. Saraoui, 2011)

- **L'intention :**

La lumière dans ce musée donne une grande flexibilité des espaces, la scénographie s'adapte à tout type d'exposition en raison de l'absence des parois. Le plan libre facilite la pénétration de la lumière, cette dernière peut atteindre des limites très éloignées. (Foulon P. J, 2001).

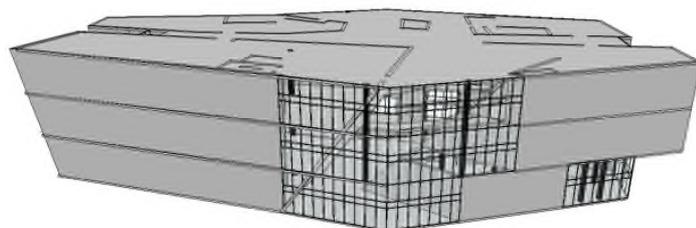
"Le détail dans le Kunsthall est un mode de détail qui libère l'attention pour d'autres aspects tels que la façon dont le sol est lu, la perception des abstractions, de la transparence et de la translucidité, du béton et des conditions elles-mêmes. La sensation d'un tout au lieu de toute cette fixation sur les jointures et les rencontres. (Kroll. A, 2011)

## **2.9. Les musées situés en Belgique :**

### **2.9.1. Musée Hergé (Portzamparc 2006) :**

Le bâtiment conçu par l'architecte Portzamparc en 2006, est un bâtiment au milieu de la verdure du parc de Louvain-la-neuve, semble flotter dans la forêt. Le prisme allongé dans la forêt semble dominer ce cadre naturel pour celui qui emprunte la route qui vient du quai.

L'intérieur du musée est onirique, très coloré reflétant dès l'entrée et l'espace d'accueil le monde de la bande dessinée de Joost Swarte, les volumes de chaque partie sont nets et complètement vu de l'extérieur grâce aux baies vitrées, l'ensemble de ses volumes sont parcourus par le biais de tours d'ascenseur et de passerelles entre les différents volumes au niveau de chaque étage (Figure V. 49-50).



**Figure V. 49 : Musée Hergé**

**Source : auteur, 2015.**



**Figure V. 50 : Musée Hergé**  
**Source : Hergé, 2009.**

Il existe une grande variété de couleurs et d'espace d'exposition, si le sol et le plafond sont homogène les couleurs des parois varient en fonctions des objets exposés et l'endroit dans lequel on se trouve. Le parcours malgré son apparence linéaire qui matérialise le fait qu'il traverse différent espace, il est dans l'ensemble de type labyrinthe. (S. Saraoui, 2011)

- **L'intention :**

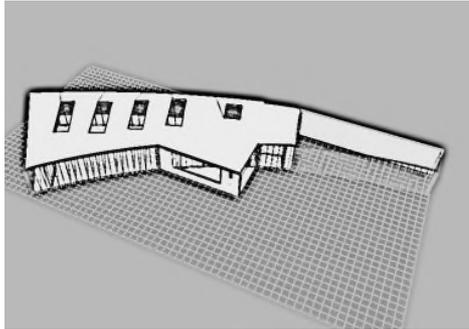
L'architecte a voulu dilater l'espace au maximum, cette propriété est donnée par la lumière, la lumière offre une spécialité très intéressante au niveau de ce musée, car malgré l'absence d'un atrium ou la lumière de second jour, le visiteur aura l'impression que le projet s'adapte au rythme des heures et des saisons. Il est à remarquer que le soft light qui caractérise les parois intérieures limite l'éblouissement.

## **2.10. Le musée situé en Finlande :**

### **2.10.1. Musée Nykytaiteen Kiasma, Helsinki, (Steven Holl 1993-1998):**

Le site qui devrait abriter le nouveau musée de Kiasma n'était pas des plus propices pour ce genre de projet, car il avait fait l'objet de plusieurs interventions sous la forme de projet urbain réalisé en partie ou jamais achevés. En 1992, le programme du concours d'architecture d'un musée d'art contemporain est rendu public, l'édifice selon les exigences du programme devrait exprimer un certain caractère artistique et intrinsèque. Il est un forum dans lequel échange les artistes entre eux et avec le public. Les espaces d'expositions devront être unique et spécialisé avec une certaine individualité. (Peressut, 1999).

Steven Holl avait essayé à travers sa proposition futuriste d'aborder la complexité des contraintes avec une synthèse exprimée à travers la métaphore du chiasme (d'où le nom donné au musée). Le projet (Figure V. 51-52). Raconte la différente réalité représentée à travers des volumes qui s'associe parfaitement aux lignes naturelles du tissu urbain existant en plan et au paysage en volumétrie. Le projet avait impressionné le jury pour sa « mystérieuse qualité sculpturale ». (Meier. R et Sean. S, 1999).



**Figure V.51 : Musée Nykytaiteen Kiasma, Helsinki, Finlande**  
**Source : auteur, 2015.**



**Figure V.52 : Musée Nykytaiteen Kiasma, Helsinki, Finlande**  
**Source : Peressut L. B., 1999.**

Il est a remarqué que le même matériau est utilisé partout, un sol gros de granito, et un plafond et des parois en plâtre blanc. Le parcours est de type labyrinthe. (S. Saraoui, 2011)

- **L'intention :**

Dans l'architecture de Holl la matérialisation de la construction se fait par le biais de la lumière, la lumière est une ossature qui crée non seulement des conditions d'éclairage mais aussi l'espace. Cette caractéristique attribue au lieu d'exposition une certaine spiritualité très semblable à celle d'un édifice religieux. (Foulon P. J, 2001)

## **2.11. Le musée situé en Suède :**

### **2.10.1. Le musée d'Art moderne et d'Architecture Stokholm, Suède (Rafael Moneo 1990-1997) :**

Le musée d'Art moderne et d'Architecture se situe sur une colline surnommée la couronne muséale abritant deux autres musées, le musée de la photographie et le musée de l'Asie orientale, cette situation offrait à tous les musées une situation commune et définitive. La zone était caractérisée par l'existence d'édifice de la marine militaire datant du 18<sup>ème</sup> siècle, après leur abandon un des vestiges avait été transformé en musée de l'Asie orientale, et c'est à partir de 1990 que des concours avait été lancé pour occuper l'ancien terrain (Figure V. 53-54).

La nouvelle intervention proposée par Moneo, prend en considération les édifices préexistants, et crée une relation très forte entre l'ancien et le nouveau, menant les lignes des anciennes écuries comme axes de composition, la force de son dessin qui met en valeur cette relation a contribué de manière directe a son succès au concours d'idée. Le musée n'est pas seulement d'une architecture

reconnaissable, mais aussi un modulateur du profil du site, épousant la forme de la déclivité naturelle de la petite colline formant l'île.

Le parcours est du type labyrinthe, ou le visiteur peut commencer à partir d'un point donné, sans aucune logique de déplacement. (S. Saraoui, 2011) Le sol dans les salles d'exposition est en bois marron clair, et les murs et le plafond en blanc (Peressut, 1999).

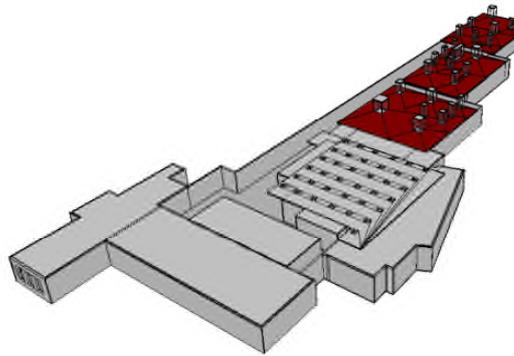


Figure V.53 : le musée d'Art moderne et d'Architecture Stockholm, Suède  
Source : auteur, 2015.

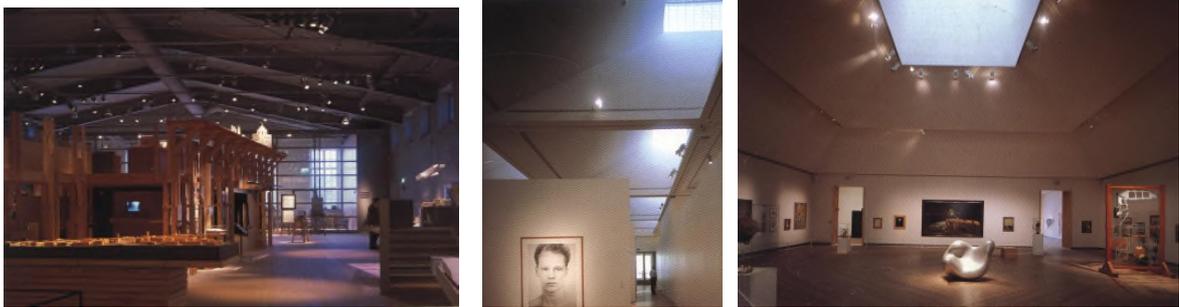


Figure V.54 : le musée d'Art moderne et d'Architecture Stockholm, Suède  
Source : Peressut L. B., 1999.

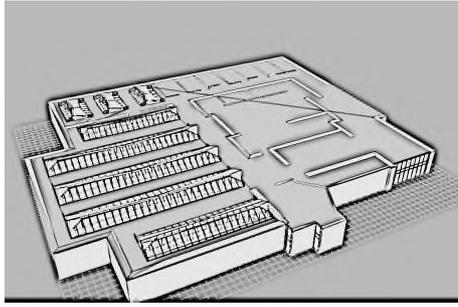
- **L'intention :**

Le musée avait été conçu en ayant comme idée de base de ramener la lumière à l'intérieur sans tomber dans l'exagération. L'étude de la géométrie solaire et la course des saisons a permis à l'architecte d'éviter l'éblouissement et les conditions climatiques extrême des régions nordiques. (Meier. R et Sean. S, 1999)

## **2.12. Les musées situés au Danemark :**

### **2.12.1. North Jutland Art Museum Alborg (Elissa and Alvar Aalto1998):**

C'est à partir des années 70 que le musée North Jutland Art avait été conçu par Elissa et Alvar Aalto, comme un musée de l'art danois et international du 20<sup>ème</sup> siècle. Le musée se caractérisait par son style architectural scandinave hors du commun. Le musée avait été modifié ensuite en fonction des exigences du maître d'ouvrage, et l'étude avait pris une longue période, et c'est jusqu'à 1994 que le musée a ouvert ses portes au grand public. Le musée s'intègre parfaitement avec le paysage dominé par la colline et l'environnement naturel vert (Figure V. 55-56).



**Figure V. 55: North Jutland Art Museum Alborg**  
**Source : auteur, 2015.**



**Figure V. 56: North Jutland Art Museum Alborg**  
**Source: <https://kunsten.dk/en>, 2018.**

Le programme du projet est très riche et varié, le musée comporte sept galeries d'exposition permanente toutes même celle situées au sous sol sont éclairée par le soleil direct. Sept salles pour l'exposition temporaire et une salle de musique situé devant le hall d'entrée qui abrite aussi un accès à l'administration. A l'étage inférieur l'espace dédié à d'exposition est petit, nous trouvons également une salle de groupe d'étude, un atelier, une bibliothèque, un café et un vestiaire.

Les espaces d'exposition sont composés de parois amovibles qui tiennent compte de la nature d'exposition. Ils sont caractérisés par la variété de la lumière naturelle, entre galeries et puits de lumière, rendant l'espace très chaleureux pour un musée nordique. (S. Saraoui, 2011)

- **L'intention :**

Les réflexions de la lumière sont les éléments les plus importants dans le travail de l'architecte Alvar Aalto, jugés selon les usagers de l'espace comme : i) changeante, ii) filtrée et iii) très adaptée aux besoins ; cette façon de concevoir la lumière donne à l'espace une caractéristique très variée allant de la Lyrique jusqu'au dramatique. (Meier. R et Sean. S, 1999).

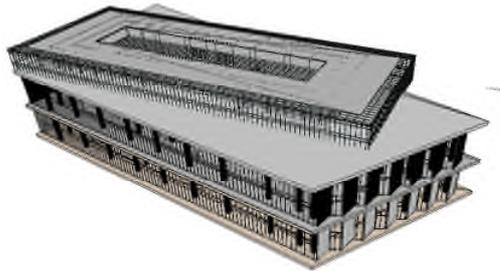
## **2.13. Le musée situé en Grèce :**

### **2.11.1. Musée de l'Acropole Athènes (Bernard Tschumi 2007) :**

Le concours avait pour objectif de concevoir un bâtiment digne de la vocation historique de son site, le quartier est en plein sur d'Athènes dans le quartier de Makrygiannis au sud de l'Acropole. L'œuvre de Bernard Tschumi conçu en 2007 (Figure V. 57-58). Le musée pourrait résister à un séisme de 10 sur l'échelle de Richter, vu que nous sommes dans une zone sismique et l'architecte avait en plus du parti architectural devrait miser sur la stabilité de l'édifice. Le musée de l'acropole est destiné à accueillir des œuvres datant de l'époque archaïque ou même avant la construction du Parthénon, comportant plus de 4000 œuvres et objets à valeur historique de pierre, bronze ou céramique jamais exposés au parc avant au public. Comprend sept niveaux au total dont quatre

sous-sols, le niveau intermédiaire (Rez-de-chaussée) est doté d'une verrière permettant d'assurer l'introduction d'éclairage naturelle aux sculptures de l'acropole. (Narboni, 2006).

L'architecte a opté dans ce musée pour l'utilisation des mêmes matériaux qui sont un sol en dalle de sol grise, et des murs et un plafond en plâtre blanc. Le parcours est dans une grande partie de types linéaire, nous pouvons cependant rencontrer une partie labyrinthique dans l'espace du premier niveau. (S. Saraoui, 2011)



**Figure V. 57 : Musée de l'Acropole Athènes**  
Source : auteur, 2015.



**Figure V. 58 : Musée de l'Acropole Athènes**  
Source : Christian Richters Bernard Tschumi Architects, 2018.

- **L'intention :**

Pour l'architecte, la lumière constitue la base sur laquelle il avait construit toutes les conditions d'animation des espaces d'exposition. Ce choix se justifie par i) le fait que la lumière à Athènes diffère de la lumière dans d'autres pays Européens, ii) la lumière utilisée pour des expositions de sculptures n'est pas traitée de la même façon que celle utilisées pour les expositions de peintures.

Le nouveau musée pourrait être décrit comme un environnement de lumière naturelle ambiante, l'affichage de l'œuvre exposée change tout au long de la journée (S. Saraoui, 2011).

Les objets exposés dans le musée de l'acropole sont des sculptures issues des monuments de l'ancien acropole, ce type d'exposition est fait pour être apprécié sous la lumière du jour, et doit s'adapter aux changements de la lumière durant les périodes de la journée.

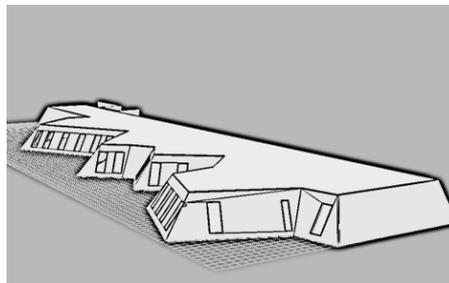
La lumière naturelle s'intègre parfaitement au musée vu l'usage du verre par l'architecte, elle inonde le rez-de-chaussée du Parthénon. Les galeries se caractérisent par les puits de lumières, qui créent un jeu d'ombre et de lumière. Dans l'atrium la lumière est par contre filtrée et ce pour améliorer les ambiances lumineuses qui caractérisent les étages intérieurs (Narboni, 2006).

#### **2.14. Le musée situé en Norvège :**

### **2.14.1. Akrustsentret Alvdal, Norvège (Sverre Fehn 1993-1996) :**

Le musée Akrustsentret Alvdal est l'œuvre de l'architecte Sverre Fehn, conçu entre 1993 et 1996 pour abriter des objets d'art ancien. Le musée s'intègre en s'opposant à son site naturel, la rationalité de la ligne géométrique est complètement bannie par un esprit d'organicité l'architecture soutient selon Fehn l'idée que le musée lui-même qui se transforme en une partie de la nature (Fehn, 1994, p. 126) (Figure V.60)

L'architecture du musée est très atypique, le matériau dominant est le bois, le grand versant de la toiture inclinée continue à descendre jusqu'au sol, et sous cette partie l'architecte avait intégré ses espaces d'exposition qui sont éclairés par des baies vitrées situées entre les demi colonnes qui soutiennent de point de vue structurel la couverture. Les espaces d'exposition occupent tous un bloc et sont séparés des espaces service de manière originale, et dans le bloc service nous pouvons trouver, les vestiaires, les bureaux administratifs, la cafétéria et le dépôt. (Meier. R et Sean. S, 1999).



**Figure V.59 : Akrustsentret Alvdal, Norvège**  
Source : auteur, 2015.



**Figure V.60 : Akrustsentret Alvdal, Norvège**  
Source : Peressut L. B., 1999.

Le parcours dans le musée d'Alvdal est un parcours linéaire qui obéit dans sa logique à l'architecture des murs inclinés. (S. Saraoui, 2011)

- **L'intention :**

L'architecte Sverre Fehn est souvent qualifié de « moderniste poétique », sa philosophie moderniste s'inscrit dans une logique de spiritualité, pour lui le musée est un édifice religieux, il doit offrir aux objets exposés une certaine immortalité.

La lumière était l'élément le plus important, le parcours constitue un seul chemin et la visite se fait en empruntant le parcours dans deux sens en va et vient (de la porte d'entrée principale vers l'espace d'exposition ensuite un retour vers la porte d'entrée pour la sortie), Les baies des salles d'exposition sont du même type. La conception en termes de lumière, est magistrale et transcende l'espace par les raies de lumière naturelle qui s'infiltrent dans les interstices de ces blocs de bois. (S. Saraoui, 2011).

### **Conclusion :**

Après avoir évalué l'importance du parcours dans cette recherche, le choix avait été porté sur l'analyse d'un ensemble de trente musées Européens tous contemporains. Le choix de ses musées avait été fait en fonction de trois paramètres importants qui sont : la période historique, la disponibilité de l'information et enfin les intentions ambiantales de l'architectes. La revue de littérature avait validé ce choix, car elle nous a permis de déceler l'importance des musées contemporains vis-à-vis de la notion du parcours et des ambiances, quel que soit la nature de l'anatomie architecturale.

Il est a remarqué que les intentions lumineuses ont été souvent mises en exergue dans les discours des architectes lors de la conception, des descriptions de leurs projets ou des entrevues et des débats journalistiques sur leurs projets, la lumière dans l'ensembles des projets n'est pas un simple résultat, mais un choix que l'architecte avec émis en amont de la conception, et avait assumer jusqu'à la fin.

Il est a remarqué que la tendance stylistique des musées de notre corpus est très variée (nouvelle avant-garde, déconstructiviste, moderne, postmoderne). Cette variété nous a permis de déceler beaucoup d'information sur notre recherche, parce qu'on passe d'un style formelle extérieur aux détails des dispositifs de l'éclairage les plus minimes.

Enfin nous allons explorer l'application du processus méthodologique de cette recherche sur un musée de notre corpus dans la partie suivante. L'application sur l'ensemble du corpus permettra de créer les descripteurs qui serviront de base à notre analyse statistique.

CHAPITRE 06

**LE PARCOURS MUSEAL ET  
LA SEQUENCE AMBIANTALE**

**Introduction :**

Les définitions de l'espace architectural renvoient à deux grands volets classiques, le premier est l'aspect dimensionnel et formel qui dépend de la géométrie et des mesures, sinon à la forme elle-même de l'espace qui n'est autre que géométrique. Le second renvoie à l'espace comme entité anthropologique comme l'avait souligné J. Cousin (1980) ou le corps humain définit la spatialité par le biais des relations entretenues entre le corps humain et l'espace.

Le dessin fut l'outil de représentation géométrique le plus répandu de l'espace, surtout s'il est à l'échelle, et il obéit à la géométrie euclidienne. Les outils de dessin se sont beaucoup développés ou l'on a passé du dessin à main levée au dessin assisté par ordinateur, ou à la conception assistée par ordinateur.

En se basant très récemment sur le développement des théories des ambiances architecturales, l'espace est devenu assujéti des relations entre les aspects qualitatif et quantitatif de l'espace et il sera ainsi défini en fonction de ça (Lam, 1986).

L'objectif de cette nouvelle définition est de réconcilier entre l'objectivité (élément physique) et la subjectivité (élément sensoriel lié au ressenti de l'homme). Actuellement on a tendance à présenter l'espace avec toutes ses références architecturales-temporelles, grâce au développement des logiciels. Cette représentation de l'espace est appelée visualisation.

Ce chapitre présentera d'abord une justification sur le choix du parcours muséal comme élément à analyser. Ensuite, présenté le modèle d'analyse élaboré afin de mettre en exergue la notion de la topologie comme outil de définition et de présentation de l'espace architectural, tout comme la géométrie.

**1. Le parcours muséal et la promenade architecturale :**

Le Corbusier avait mis en valeur le fait que l'architecture se parcourt, avec son concept de "promenade architecturale". Si des villas, des bâtiments religieux, etc., proposent des promenades architecturales, c'est bien évidemment les musées qui en sont les plus clairs exemples. Jean-Raphaël Pigeon (2013) note qu'il n'est possible à l'homme de se visualiser dans son parcours que s'il prend conscience de son environnement par son corps, cette conscience permet une meilleure compréhension de l'espace architectural. Les premiers rapports entre l'homme et le parcours renvoient aux capacités visuelles, l'homme à tendance à comprendre l'environnement dans lequel il se trouve et l'approprier par le biais de décodage d'information que l'espace lui envoie.

J-R- Pigeon (2013) évoque les travaux de J Cousin, l'emploi de la bulle par ce dernier peut mieux définir les relations entre l'homme et son espace et delà le parcours, la bulle est beaucoup plus qu'une série de couches se prolongeant en périphérie du corps de l'homme. Elle ne possède pas des dimensions fixe ni de forme particulière, mais se modifie dans le parcours spatial en fonction des mouvements du corps, elle épouse le corps à une certaine distance, mais peut prendre de l'expansion, s'élargir, ou aussi se compresser selon le contexte. L'emplacement des composantes du parcours architectural (tel que les espaces de transition et intermédiaire) ont une importance et une influence particulière sur les usagers du parcours, Cependant, la direction empruntée dans le cheminement de l'usager, à travers les espaces, influe sur la perception de ce dernier.

Nous avons exploré les différentes définitions du parcours, malgré son sens commun le parcours demeure une notion très ambiguë. La première figure dans le dictionnaire Larousse (2009, p. 356) : « c'est le chemin ou trajet suivi pour aller d'un point à un autre ». Le dictionnaire Le Robert et l'Internaute trouvent que l'on emploie une série de synonyme pour l'expliquer mais qui peuvent selon le contexte donner des significations différentes (chemin, circuit, itinéraire, trajet, cheminement, triâtes, cours, traversée, étape, etc.). Ce qui est certain dans le cas dans notre recherche le parcours a une double vocation spatiale et temporelle, il est défini comme un chemin par le concepteur, et emprunter par le visiteur suivant une durée de temps.

Le parcours devrait être défini en fonction du contexte, de ce fait il peut être le mouvement du corps pour certain, ou l'interaction entre conception visite pour d'autre. Le parcours se définit par un déplacement qui fait que notre perception commence à avoir un sens

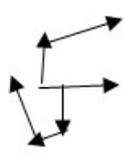
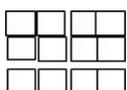
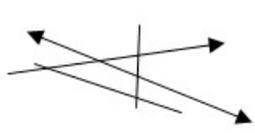
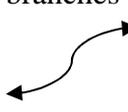
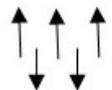
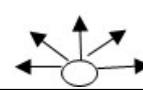
De nombreuses solutions aux principes de circulation ont été élaborées ; elles se répartissent en trois catégories selon leur forme (Mariani. R, 2000). : i) Le parcours « linéaire » : un schéma obligé, ii) Le parcours « labyrinthe » : n'impose aucune contrainte de circulation, iii) Le parcours « centré » : Le public a la liberté de choisir l'itinéraire de sa visite.

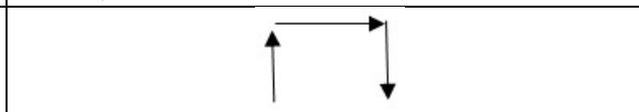
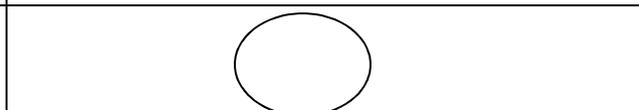
Cette typologie proposée par Mariani. R (2000), s'avère très complète si l'on associe à celle proposé par Jean Davallon liée aux trois niveaux d'exposition : la conception (parcours pensé), la mise en exposition (parcours proposé), et la visite (parcours vécu).

Cependant, cette typologie s'avère insuffisante si on la compare aux travaux réalisés par A. Borie, nous avons remarqué pour la même typologie plusieurs autre sous typologies sont associés, et après une lecture des deux typologies proposées nous les avons résumé comme suit (Tableau V. 01) :

Tableau VI. 01 : les typologies de parcours

Source : Auteur, 2012.

	Labyrinthe	Régulière	irrégulière
<b>Configuration partielle</b>			
<b>Configuration Intégrale</b>	<b>Configuration linéaire</b>	<p style="text-align: center;">← Configuration droite →</p> <p>Curviligne avec branches      segmentée      avec</p>   	
	<b>Parcours arborescent et radial (centré)</b>	 	

<b>Parcours de type ruban</b>	En spirale spirale      En ligne brisé      en 
<b>Configuration rectiligne</b>	
<b>Configuration Circulaire (en boucle)</b>	

Ce qui est sûr c'est que quel que soit la conception architecturale muséale, le parcours restera l'élément sur lequel repose toute cette conception.

**2-L'analyse séquentielle :**

En explorant les méthodes existantes pour analyser un parcours, et suivant la recherche d'Abraham A Moles et Elisabeth Rohmer (1998) sur le parcours muséal, il n'existe pas une méthode précise pour aborder le parcours muséal, mais celles qui existent renvoient toutes à une segmentation, ou à un zoning, suivant la morphologie du parcours.

Ainsi et afin d'analyser le parcours muséal, on a jugé qu'une bonne façon de le faire c'est de le fragmenter en sous-entités à analyser. On va appeler cette manière de faire l'analyse séquentielle. La notion a un rapport avec la scénographie qui est l'essence même de la muséologie. L'analyse du parcours muséal du point de vue ambiantal, se fait par la fragmentation de ce dernier en petite partie ou unité appelé séquence, toute analyse faite sur la globalité doit impérativement passer par cette notion de « séquence ».

La séquence signifie suite, succession ordonnée d'opérations, d'éléments, etc. En mathématiques, une suite est une famille d'éléments indexée par les entiers naturels. Une suite finie est une famille indexée (Auteur, 2011).

**2.1-Définition :**

Les séquences existent sous diverses formes. Les philosophes parlent souvent des séquences temporelles et spatiales, qui pour comprendre et définir notre monde physique construisent des images mentales. L'acquisition du stimulus visuel se fait par la saisie rapide d'images fixes non continues, fragmentées en échantillons, bien qu'elle soit associée au mouvement de la tête et des yeux (Weber et Lucas, 1998).

L'analyse séquentielle est souvent associée aux séquences visuelles du parcours urbain. Approcher l'espace urbain par la perception visuelle induit une succession d'image qui part du Macro au micro, ou l'inverse selon la situation (rue, boulevard, éléments de repère, limites,

quartiers, ...), cette technique prend en considération tout ce qui est en relation avec l'image produit final (tous ce qui peut être vue : photo, film, collage, ...).

L'analyse séquentielle avait déjà été présentée dans la théorisation de la vision de l'espace associée au domaine de la peinture et de l'architecture aussi. Elle a été appliquée depuis la renaissance et l'époque du mouvement Baroque et romantique.

Elle a été aussi citée dans les travaux de Camillo Sitte comme une méthode qui s'applique à l'espace urbain. Théoricien de l'architecture il a réagi à l'encontre de la démarche progressiste, en analysant quelque ville italienne, il a proposé de ne plus suivre le tracé géométrique, l'abondant de ce tracé mettra l'espace urbain en tension, et créera le développement de l'esthétique de l'observation.

C'est dans cette période qu'on a vu naître le véritable concept de la séquence. On le trouvera clairement dans les écrits de Cullen Gordon (1961) dans son livre « Town scape » ou il propose une lecture sérielle du paysage et du parcours urbain. Cette méthode se basera d'abord sur le croquis et son emplacement au plan, ensuite sur une succession d'image telle qu'a été aperçu par l'utilisateur lorsqu'il se déplace le long d'un parcours, nous avons passé dans cette méthode de la lecture du plan à la perception de l'utilisateur qui est tridimensionnelle.

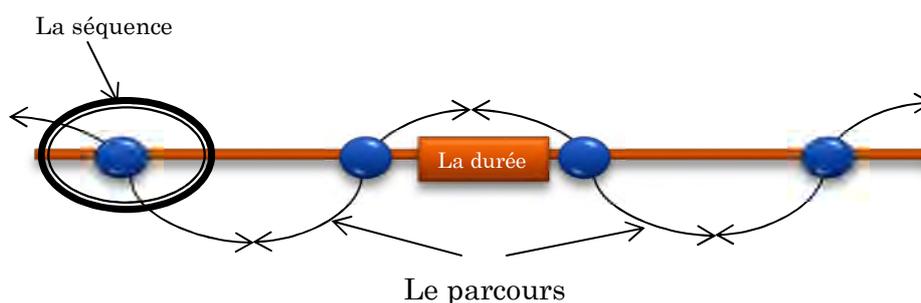
Par ailleurs, Philippe Panerai (1985) définit l'analyse séquentielle comme étant l'identification des éléments qui constituent le paysage et qui ne se conçoit que dans une analyse directe sur le terrain. (Auteur, 2011) nous assistons alors à une opérationnalisation de l'analyse urbaine par l'approche des séquences visuelles utilisée déjà par Culien mais avec plus de précision.

L'analyse séquentielle est selon eux un découpage qui pourrait se faire sur un parcours emprunter par un piéton qu'ils ont appelé séquence, ces séquences peuvent elle aussi être fragmentées en plans successifs. Ou le point de perception visuelle restera le même, pour que même après s'il y'a des modifications elles vont être minime.

La séquence sera un enchaînement de plusieurs plans portant sur un même paysage urbain, s'il y'a des ruptures entre les plans en passera à une nouvelle séquence, s'il y'a pas de rupture les nouveaux détails s'inscriront sur l'ancienne séquences. La rupture dans ce cas est le changement des éléments perçu dans le champ visuel.

Dans l'ouvrage de d'Ivor De Wolfe, « The Italian Townscape » (1975), attaché exclusivement aux paysages urbains « pittoresques », De Wolfe avait fourni une méthodologie intéressante pour l'analyse des différents plans d'une séquences, mais il avait aussi précisé que ces séquences peuvent être d'un ordre urbain extérieur, comme elle peut être d'un ordre architectural intérieur. Précisant ça en relation avec les définitions mathématiques ou la séquence signifie une suite qui est une famille d'éléments indexée par les entiers naturels. Une suite finie est une famille indexée. (Auteur, 2011)

Sur la base de la définition de la topologie citée ci-dessus (voir le deuxième chapitre), nous pouvons définir un parcours comme une durée, où le mouvement dynamique des usagers crée des intersections que nous appelons « séquences ». La séquence dans nos cas d'étude peut être définie comme une série d'événements lumineux, dans lesquels nous passerons d'une séquence à une autre par une transition. Cette transition se distingue par le changement d'ambiance lumineuse dans le même espace. (Auteur, 2010) Dans notre recherche, la partie de l'espace architectural sur laquelle nous allons travailler sera le parcours, il est déterminé par l'axe de l'ouverture sur le mur, et ses limites se trouvent dans les axes centraux de la paroi qui englobent le parcours. (Figure VI. 02)



**Figure VI. 01 : Définition de l'analyse séquentielle suivant le parcours cas des musées**  
Source : Auteur, 2010.

### **3. Elaboration du modèle d'analyse :**

Comme nous l'avons déjà précisé dans le chapitre 02 le choix avait été porté sur 03 types d'ambiances : la lumineuse, la sonore, et la thermique, nous allons dans ce qui va suivre définir le modèle d'analyse de chaque type d'ambiance à part, ensuite de faire une correspondance entre les différents types d'ambiance.

Il est important de préciser qu'il existe une très grande différence entre les ambiances vues et non vues, dans le cas des ambiances vues nous pouvons nous contenter de l'analyse séquentielle comme nous l'avons déjà fait dans notre magistère, la visualisation permettra de mettre en exergue les séquences, et de vérifier aussi leur état. Pour le cas des ambiances non vues telles que la sonore et la thermique, la simulation et la visualisation doivent se faire avant pour nous permettre après l'analyse séquentielle (Figure VI. 03).

La visualisation est très utilisée dans le domaine des ambiances, elle offre une représentation de l'espace architectural très proche et conforme à la réalité, s'intéressant aux caractéristiques physiques de l'espace et à l'ambiance dès son apparition. Elle situe l'utilisateur de l'espace toujours au centre de toutes les questions liées à l'espace. (Siret. D ; Wolonszyn. P, 1998)

Il est à préciser que les ambiances diffèrent, les ambiances vues notamment la lumineuse, sont plus faciles à détecter et à évaluer, que les ambiances in-vues ou non vues telles que la sonore, l'olfactive ou la thermique. Ces dernières offrent des informations liées à l'existence du signal physique, et les critères d'évaluation dépendent de l'utilisateur et de sa manière de qualifier

l'espace. Cependant, toutes ces ambiances non vues sont simulées, ceci permettra de confirmer ou affirmer les propos des usagers.

On prendra dans ce papier deux cas de figure, l'ambiance lumineuse et sonore, qui ont selon Bonnet. G (2005) des natures analogues, cependant le comportement des objets qui existent dans l'espace architectural n'est pas le même vis-à-vis des deux ondes, on remarque que pour

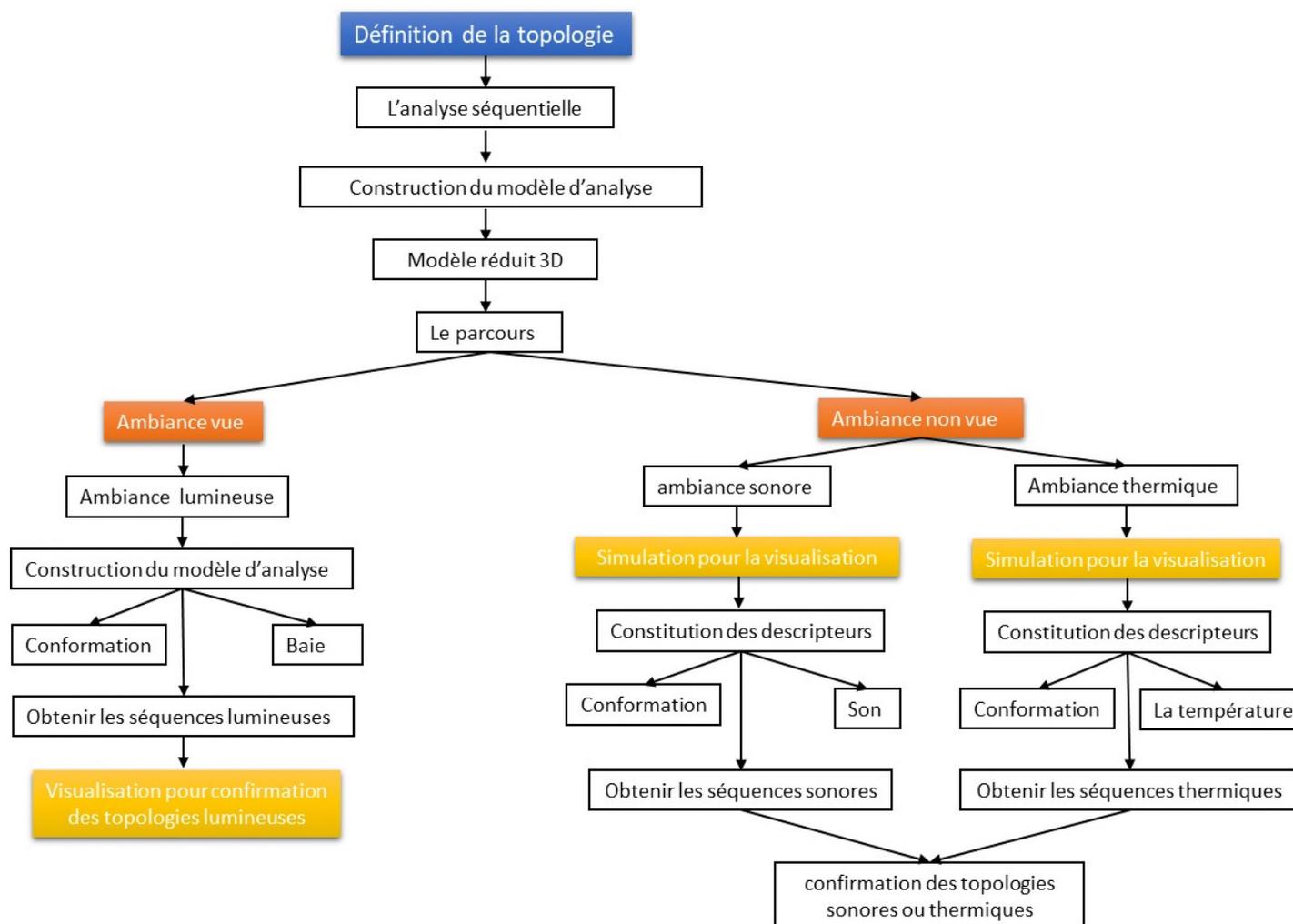


Figure VI. 02 : organigramme du principe méthodologique.

Source : Auteur, 2015.

La lumière la réflexion se fait juste par l'effet de miroirs. Alors que l'onde sonore est réfléchiée par tous les objets dans l'espace pratiquement.

Selon G. Bonnet (2005), le traitement du signal physique provenant de la source est différent en fonction des organes, l'œil a tendance à être l'organe qui tranche en cas de conflit perceptuel. Cette faculté est due à l'existence du cristallin qui permet d'interpréter le signal sous la forme d'une image envoyée au cerveau. Cette faculté est malheureusement inexistante chez l'oriel.

Pour l'analyse des ambiances lumineuses ou sonores nombreux sont les outils utilisés, La simulation restera la méthode la plus pratiquée pour son efficacité à évaluer et à visualiser l'ambiance lumineuse. (S. Reiter et A. De Herde, 2004)

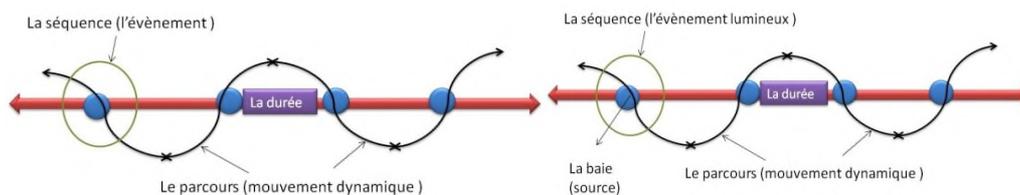
Devant cette palette très variée de types de visualisation, on remarque que cette dernière n'est que le résultat d'une analyse choisie par le chercheur, et définit au préalable dans la méthodologie. Nous devons pour notre cas explorer la notion de topologie, afin que l'on puisse définir la nouvelle méthode d'analyse à adopter.

### **3.1. Cas de l'ambiance lumineuse :**

Cette ambiance avait déjà été analysée dans notre travail de magistère, et nous allons présenter en résumé les composantes de notre modèle d'analyse.

Afin d'étudier les topologies lumineuses dans le parcours muséal, nous allons observer l'enchaînement des baies tout au long du parcours (Figure VI. 03).

Le parcours se composera de plusieurs séquences, ses séquences sont repérées par la position de la baie et les limite de la séquence en fonction des parois qui l'a constitué. (Auteur, 2011)



**Figure VI. 03 : Définition de l'analyse séquentielle en fonction de l'ambiance lumineuse.**

**Source : Auteur, 2010.**

#### **3.1.1 –Identification du parcours :**

L'identification du parcours se fera sur deux phases, une première, sera l'observation sur plan le chemin décrit par l'architecte et collecter l'ensemble des documents graphiques susceptible d'apporter plus d'information à cette observation. La seconde est le traçage au moyen du dessin sur un calque ce parcours. (Auteur, 2011)

#### **3.1.2 - Repérage des baies par leurs axes :**

La deuxième phase du travail d'analyse consiste en les repérages des baies, d'abord en confirmant leurs positions et formes et ce en utilisant les photos et les coupes, ensuite en rapportant sur une feuille de calque avec une autre couleurs (pour notre cas rouge) et en utilisant des traits discontinus les axes des baies latérales et zénithales. (Auteur 2011)

**3.1.3 –Délimitation les séquences :**

En une troisième étape, il sera question de délimiter les séquences du parcours sont à mi-distance entre les axes de deux baies consécutives (Figure V. 04). (Auteur 2011)

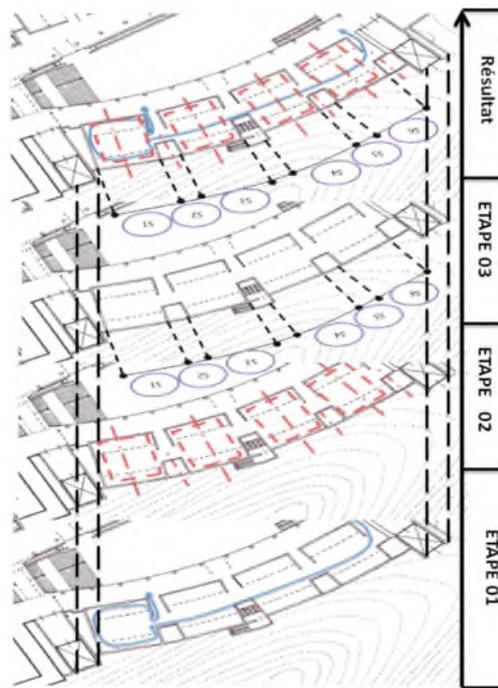
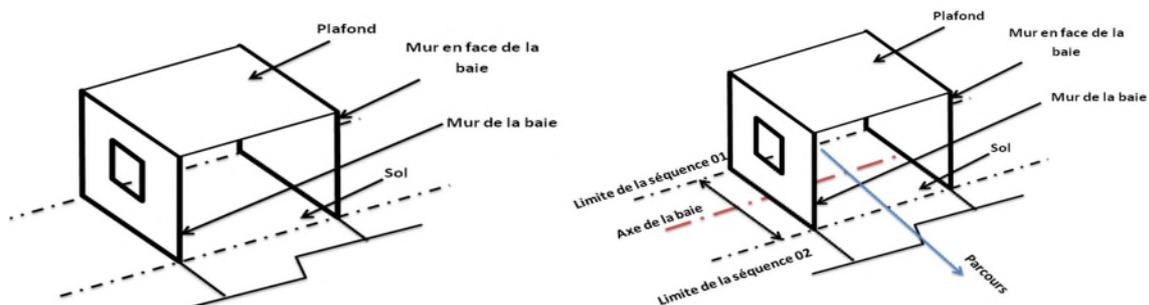


Figure VI. 04 : récapitulatif de toutes les étapes pour l'ambiance lumineuse  
Source : Auteur, 2010.

**3.1.4 - Description de la séquence lumineuse :**

La séquence rappelons-le, est décrite à travers la baie et ses caractéristiques ainsi que par les propriétés formelles et surfaciques des parois contenues dans la séquence (sol, plafond, et murs) (Figure Vi. 05.06). (Auteur, 2011)

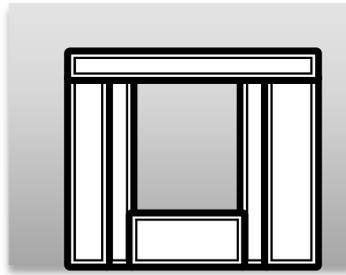


**Figure VI. 05-06 : Représentation schématique d'une baie**

Source : Auteur, 2010

**4-1- La baie :**

La baie est constituée d'une assise, structure et embrasure. C'est un élément composé de plusieurs éléments dont le rôle est d'occuper l'espace vide laissé dans la paroi, a caractère souvent transparent, c'est l'élément qui permet à la lumière de pénétrer l'espace architectural. (Figure VI.07) (Auteur 2011)

**Figure VI. 07 : Représentation schématique d'une baie**

Source : Auteur, 2010.

Les variables de la baie qu'on compte analyser dans notre cas d'étude sont : i)-le type d'éclairage : latéral ou zénithal, ii)-l'orientation : principale (Nord, Sud, Est, Ouest, et secondaire (entre deux orientation principale), iii)-la position : en plan (vers l'intérieur ,vers l'extérieur) en façade (en haut, au milieu, en bas), iv)-l'inclinaison :vers l'intérieur ou vers l'extérieur (en plan ou en coupe) v)-la forme : géométrie de base (carrée, triangle, cercle,...), autres, vi)-la taille : petite, moyenne, large, vii)-le vitrage, viii)-le complément de vitrage. (Auteur, 2011)

Ces variables sont celles qui influencent l'environnement lumineux au sein d'une séquence du parcours étudié (Baker, 1993)

**4-2-Les parois de la séquence :**

Autre que les dimensions, les proportions qui les caractérisent et les matériaux qui les caractérisent (en qualifiant l'espace), mis à part la baie la séquence est constitué de parois : i) un sol, ii) un plafond, iii) deux murs

Pour les murs nous avons choisi en plus de la morphologie d'autre paramètre d'analyse qui sont : i) la couleur, ii) la texture, iii) le matériau.

**2. Cas de l'ambiance sonore :**

La séquence pour le cas de l’ambiance sonore se définit comme étant la succession d’évènements sonores, définie par l’existence d’une source sonore ou l’on passe d’une séquence sonore à une autre par le biais de transition (Figure V. 09) qui se caractérisera par le changement de l’ambiance sonore.

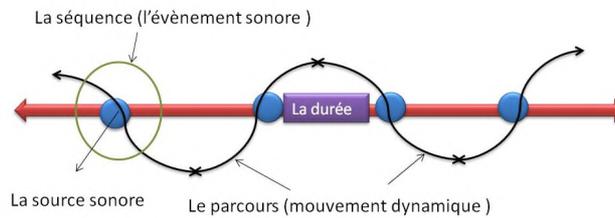


Figure VI. 08 : Définition de l’analyse séquentielle en fonction de l’ambiance sonore.  
Source : Auteur, 2010.

**2.2 - Repérage des sources sonores par leurs directions :**

Nous avons dans un premier temps déterminé le parcours muséal en choisissant la couleur bleue pour le matérialiser. Ensuite en fonction des récits d’exposition, selon la situation des espaces d’exposition dans le parcours (Figure VI. 09) on a déterminé la position de la source sonore en prenant en considération sa hauteur, qui est considérée égale à la hauteur humaine.

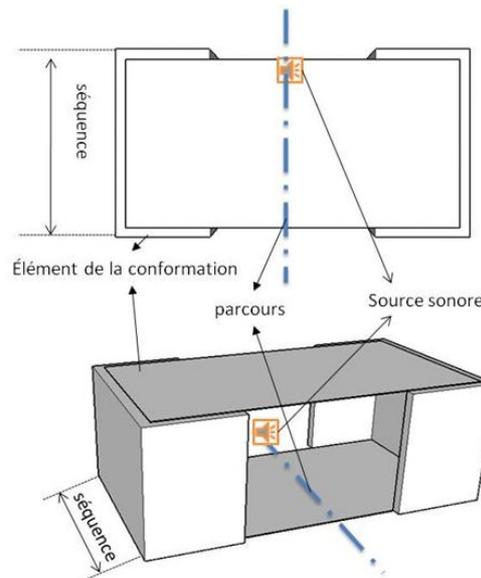


Figure VI. 09 : Repérage de source sonore.  
Source : Auteur, 2010.

**2.3 –Délimitation des séquences :**

Contrairement à la lumière qui est visible et dont on peut percevoir et déceler la quantité et la qualité rien que par l’œil nue, le son reste un élément abstrait qu’on peut percevoir mais qu’on ne peut pas voir, ce qui rend le jugement du confort sonore subjectif.

Le recours à la simulation dans cette recherche et plus qu’indispensable. La simulation comme le note Berkouk, Dj (2017) le travail de simulation reste primordial, et peut s’effectuer à

n'importe quel moment de la vie d'un bâtiment, pour une éventuelle amélioration. L'objectif de la simulation dans ce papier n'est pas d'avoir des résultats scientifiques quantifiables exactes et à des degrés proches de la réalité, mais de pouvoir lire les limites des séquences sonores, en fonction des différentes transformations que subit l'onde sonore durant sa vie temporaire au sein de l'espace de la conformation ce que nous appellerons « comportement de l'onde sonore ».

Pour se faire nous avons opté pour le choix du logiciel ECOTECT v5 dont le rôle est de simuler les ambiances avec une grande précision si l'on effectue les réglages des matériaux, et la modélisation convenablement.

- **Etape 01** : la modélisation

Il s'agit dans un premier temps de prendre le dossier graphique, les différentes photos, et de modéliser par une maquette 3D sur l'interface ECOTECT v5 le cas d'étude, ou de la modéliser sur AutoCAD ou ArchiCAD et l'exporter par la suite à l'interface ECOTECT v5, effectuer ensuite le réglage des différents matériaux, la position du nord, et vérifier l'existence du fichier climatique (créer ou télécharger un similaire en cas d'absence).

- **Etape 02** : la détermination du parcours

La finalisation de cette étape se caractérise par le réglage d'un point de vue en plan, et par le dessin du parcours muséal.

- **Etape 03** : positionnement des sources sonore et la simulation

Il s'agit dans cette étape d'intégrer des sources sonores, toute au long du parcours, les régler à une fréquence de voix humaine et leurs donner la hauteur humaine (Figure VI. 12). Ensuite procéder à la simulation de chaque source sonore à part, et enregistrer le résultat sous format photo (Tableau V. 02). Il est à remarquer qu'il existe deux types de lecture sur lesquels on s'est basé et qui sont :

a) **Par largeur d'onde :**

La plus utilisé, ou on peut déterminer par le biais du nombre d'ondes réfléchies l'intensité des ondes dans l'espace (Figure VI. 10).

On peut opter pour le maximum, choisir le minimum de 3 parois, ou le minimum des éléments de la conformation qui risqueront d'être touché par le comportement de l'onde sonore, comme dans notre cas, par rapport au parcours nous aurons un minimum deux, le sol et le plafond.

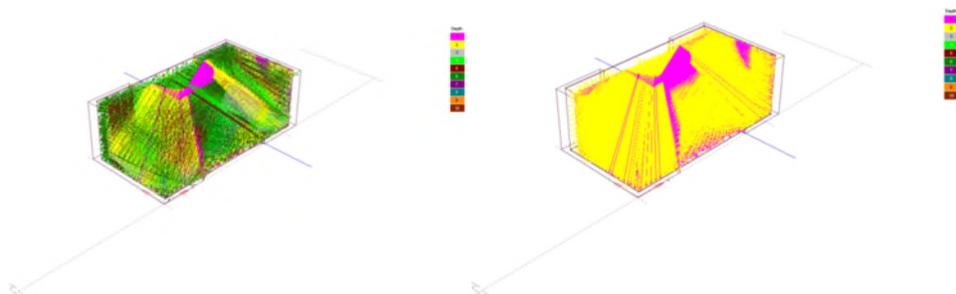
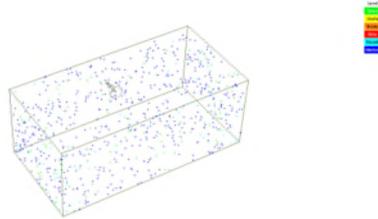


Figure VI. 10 : Traitement ECOTECT par largeur d'onde

Source : Auteur, 2014.

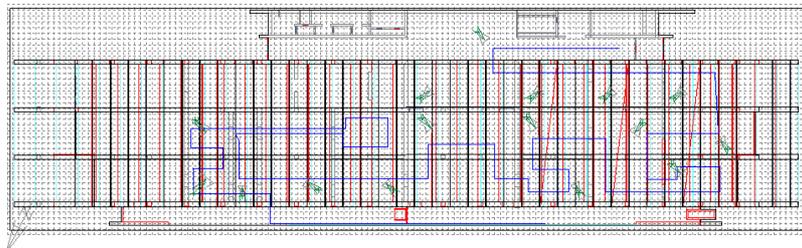
**b) Par surface d'incidence :**

Par cette méthode on peut apercevoir au sein de l'espace des particules colorées (Figure VI. 11), qui renvoient à une palette composée de six couleurs qui représentent : le son direct, le son réfléchi utile, les limites ou bordures sonores, l'écho, la réverbération et le son masqué.



**Figure VI. 11 : Traitement ECOTECT par surface d'incidence.**

Source : Auteur, 2014.



**Figure VI. 12 : exemple d'application**

Source : Auteur, 2014.

**Tableau VI. 02 : les topologies sonores de l'exemple d'application**

Source : Auteur, 2014.

Séquence	S01	S02	S03	S04	S05
Résultat					
Séquence	S06	S07	S08	S09	S10
Résultat					
Séquence	S011	S12	S13	S14	S15
Résultat					

## 2.4 - Description de la séquence sonore :

### Éléments de la lecture de l'ambiance sonore :

Pour le cas de l'ambiance sonore nous allons nous focaliser sur deux éléments, d'abord la source du signal sonore, ensuite la conformation et son influence sur l'onde sonore.

#### 1. La source sonore :

##### 1.1. L'intensité :

Appelée aussi volume du son, c'est le niveau sonore qui caractérise l'amplitude d'un son exprimée en décibel (dB), le décibel est l'expression de la mesure sonore, il s'agit d'une unité sans dimension permettant d'exprimer le rapport des valeurs de deux puissances ou de deux pressions, ou de deux intensités. Le décibel n'est pas une unité en soi.

Dans notre cas elle est la même partout dans l'espace, le niveau sonore avoisine pour un maximum les 70db.

##### 1.2. La fréquence :

Appelée aussi hauteur d'onde, elle est exprimée en Hertz (Hz), et elle représente le nombre de vibration de l'onde acoustique par seconde. Par exemple : une fréquence cardiaque de 120 battements par minute donne une fréquence de 02 Hz (02 battements par seconde). Plus un son est aigu plus sa fréquence sera haute (Figure VI. 13), à l'inverse plus un son est grave plus sa fréquence sera basse. De ce fait trois types de fréquences sont distingués :

- Les fréquences graves (de 20 à 400 Hz)
- Les fréquences médium (de 400 à 1600 Hz)
- Les fréquences aiguës (de 1600 à 2000 Hz)

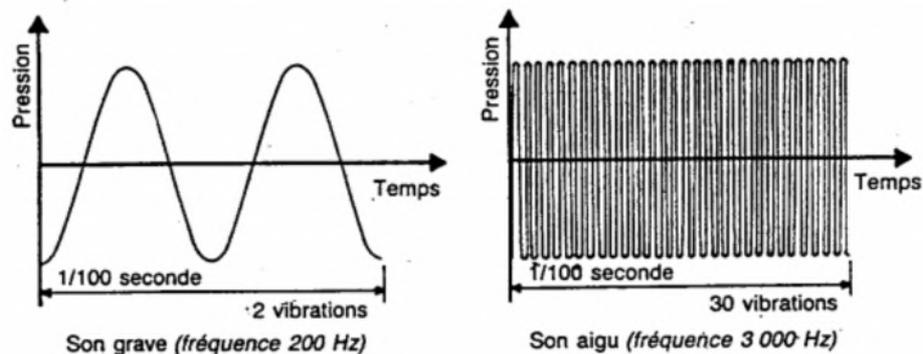


Figure VI. 13 : Graphe représentatif de fréquences graves et aiguës.

Source : Mémento technique du bâtiment, confort acoustique.

Dans notre cas la fréquence est prise en fonction de la voix humaine en médium moyenne allant à 1000Hz.

##### 1.3. La direction :

La directivité a aussi une influence importante sur le son : une source qui émet dans toutes les directions est dite « omnidirectionnelle ». En fait, une source omnidirectionnelle n'émet jamais de manière identique dans toutes les directions : cette propriété d'émettre un son dans une

direction est appelée directivité. La directivité est notée  $Q$  et se détermine par :  $Q = I / I_0$  (A. Boudier, E. Guibert, 2006), avec  $I$  l'intensité acoustique enregistrée dans la direction étudiée et  $I_0$  l'intensité qui serait produite au même point par une source omnidirectionnelle de même puissance acoustique.

Dans notre cas la direction aura ses propriétés en fonction du parcours, si cette dernière suit le parcours nous qualifierons de parcours si elle prend une autre direction dans les  $360^\circ$ , nous qualifierons d'autre quel que soit l'angle de rotation.

#### 1.4. L'orientation :

L'audition étant binaurale, c'est-à-dire se faisant par l'utilisation des deux oreilles : la localisation complète d'une source sonore suppose trois opérations : (A. Boudier, E. Guibert, 2006)

- Une détermination de l'azimut, c'est-à-dire la localisation circulaire autour du sujet, sur une circonférence virtuelle dont la tête occupe le centre. Pour la détermination de l'azimut.
- Une appréciation de l'élévation, de l'éloignement en hauteur par rapport au sol de l'émetteur
- Une appréciation de la distance, de l'éloignement dans le plan horizontal.

Dans notre cas, étant donné que la source représente le guide de la visite, elle sera une source élevée à la hauteur humaine, dans un balayage d'azimut allant jusqu'à  $180^\circ$  maximum, et éloigné des récepteurs en fonction de sa position et la surface de l'espace d'exposition.

## 2. Les caractéristiques de l'onde sonore :

Il s'agit dans la présente recherche de dire si elles sont existantes ou pas

### 2.1. Les diffusions :

Durant la diffusion du son, quatre grands événements sont distingués, et sont présentés dans la Figure VI. 14 qui suit (Jouhaneau, 2003).

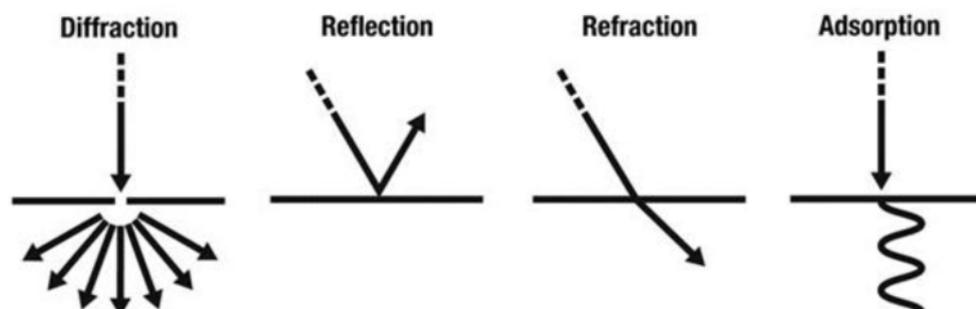


Figure VI. 14 : Schéma illustratif de diffraction, réflexion, réfraction et absorption.

Source : <http://physicsweekly.weebly.com>.

### 2.1.1. La réflexion :

C'est le changement de direction de l'onde sonore arrivant sur une paroi lisse non déformante. L'onde est donc réfléchi.

### 2.1.2. La réfraction :

C'est le changement de direction de l'onde sonore dû aux variations de la vitesse de propagation dans le milieu (fluides inhomogènes).

### 2.1.3. L'absorption :

L'onde incidente est absorbée par le matériau qu'elle rencontre.

### 2.1.4. La diffraction :

C'est le changement de direction de l'onde sonore provoquée par les obstacles (ou les Inhomogénéités du milieu).

## 2.2. Les transmissions :

Trois types de transmission sont à prendre en compte selon la Figure VI. 15 :

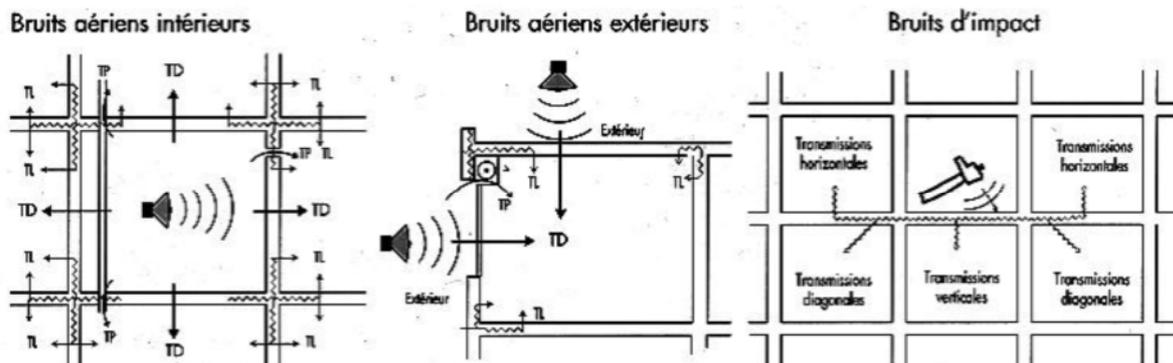


Figure VI. 15 : Les voies de transmission du son.

Source : Mémento technique du bâtiment, confort acoustique.

### 2.2.1. La transmission directe :

Présentées par (TD) : c'est les transmissions par les parois opaques (façade, séparatif, toiture, plancher) et les baies.

### 2.2.2. La transmission latérale :

Présentées par (TL) : c'est les transmissions par les parois liées à la façade, à la paroi séparative, à la terrasse ou au plancher

### 2.2.3. La transmission parasite :

Présentées par (TP) : c'est les transmissions par les certains points singuliers (gaines technique, entrées d'air, coffres de volet roulants, défauts d'exécution.).

### 3. Les caractéristiques des sons selon les surfaces d'incidences :

#### 3.1. Le son direct :

Le son direct n'est rien d'autre que le son qui passe directement de l'émetteur au récepteur sans être détourné ou reflété. Pour optimiser la performance acoustique d'une salle, il est nécessaire et primordial d'interrompre la propagation des ondes sonores par l'intermédiaire de panneaux acoustiques adaptés (Figure VI. 16). Cela signifie que le son détourné par-dessus un obstacle qui se trouve entre la source du son et le récepteur (panneau acoustique p. ex.) et donne la transmission du son de l'émetteur au récepteur est éprouvée comme dérangeante. (A. Boudier, E. Guibert, 2006)

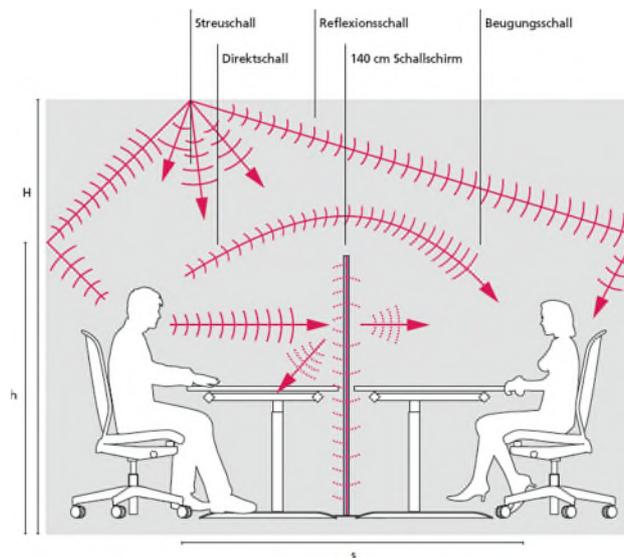


Figure VI. 16 : comportement de l'onde sonore dans un locale  
Source : A. Boudier, E. Guibert, 2006.

Dans la présente recherche, il s'agit de voir la densité des particules de son direct en fonction des surfaces d'incidence, s'il occupe plus de 50% du volume on le qualifie de fort, aux alentours de 50% moyen, et enfin inférieur à 50% faible. (Nous pouvons constater son absence dans quelque séquences sonore et du coup on notera absent.

#### 3.2. Le son utile : réfléchi

Dans la présente recherche, il s'agit de voir la densité des particules de son direct en fonction des surfaces d'incidence, s'il occupe plus de 50% du volume on le qualifie de fort, aux alentours de 50% moyen, et enfin inférieur à 50% faible. (Nous pouvons constater son absence dans quelque séquences sonore et du coup on notera absent.

**3.3. La frontière sonore :**

La limite supérieure indique l'intensité à partir de laquelle un son devient douloureux. Cette courbe est presque plate, ce qui signifie qu'à partir de 120 dB, tout son devient douloureux et même dangereux.

La limite inférieure, ou courbe du seuil de perception, délimite le niveau au-dessous duquel un son est trop faible pour être entendu. Cette courbe est relevée pour les graves comme pour les aigus : un son de 50 Hz est perçu au seuil d'audibilité à 60 dB environ, alors que moins de 20 dB sont nécessaires pour 200 Hz, et par définition 0 dB pour 1000 Hz. (A. Boudier, E. Guibert, 2006)

Il s'agit de confirmer ou infirmer sa présence dans les séquences de notre parcours.

**3.4. L'écho :**

Lorsqu'un son est émis, il est la plupart du temps multidirectionnel. Une partie est donc perçue directement par notre oreille, alors qu'une autre partie s'éloigne jusqu'à être réfléchi par un obstacle, et revenir vers notre oreille. (A. Boudier, E. Guibert, 2006)

Beaucoup de fou-rire surtout ! Le plus long je dirai celui de l'épisode de l'épilation mémorable

Il s'agit de confirmer ou infirmer sa présence dans les séquences de notre parcours.

**3.5. La réverbération :**

Dans une salle de spectacle, un auditeur perçoit le son direct et le son réfléchi ayant subi plusieurs réflexions sur les parois des obstacles qu'il rencontre. Ce son est qualifié de **son réverbéré**. (A. Boudier, E. Guibert, 2006)

Il s'agit de confirmer ou d'infirmer sa présence dans les séquences de notre parcours.

**3.6. Le son masqué :**

Le masquage sonore est la partie "couverture" de l'équation. Le masquage sonore est l'ajout d'un son d'arrière-plan discret, similaire au flux d'air, pour réduire l'intelligibilité de la parole humaine et réduire les distractions. L'environnement qui en résulte mène à une plus grande productivité et à une plus grande intimité

Dans la présente recherche, il s'agit de voir la densité des particules de son direct en fonction des surfaces d'incidence, s'il occupe plus de 50% du volume on le qualifie de fort, aux alentours de 50% moyen, et enfin inférieur à 50% faible. (Nous pouvons constater son absence dans quelques séquences sonore et du coup on notera absent.

**4. Les caractéristiques de la conformation :****4.1. La géométrie de la forme :**

Il existe en géométrie deux modèles spatiaux du comportement de l'onde sonore qui sont : i) le tuyau fermé, ii) les salles rectangulaires.

Nous commençons par le premier cas, le son a tendance à se propager dans toutes les directions s'il est produit dans un espace clos (une chambre par exemple), et c'est les dimensions spatiales qui ont une influence sur le comportement de l'onde, si l'espace est grand par rapport à la longueur d'onde et ouvert, le comportement de l'onde dans l'espace sera semblable à celui d'un tuyau, l'onde sonore a tendance de partir dans tous les sens et sera réfléchi par le premier obstacle rencontré. Si l'espace est fermé, les ondes sonores ont tendance à être réfléchies et reviennent à leurs sources d'origine. Si l'espace est considéré comme avec deux bouts obstrués, l'onde se réfléchit plusieurs fois avant de perdre sa puissance et de s'arrêter, dans ce cas nous remarquons que la longueur de l'espace a une influence sur la fréquence de la résonance qu'on continue à percevoir même après l'arrêt d'émission de la source.

Pour le cas des salles rectangulaires, c'est aussi en fonction de leur longueur que nous pouvons, si la longueur d'onde est deux fois supérieure à la longueur du plus grand mur, théoriquement seules les ondes planes peuvent se propager. Pour les petites salles cette condition n'est pas du tout remplie. Ce qu'il faut savoir c'est que les ondes sonores sont considérées comme dans un champ où la densité énergétique est la même dans chaque point, et du coup, la propagation se fait de manière homogène et dans toutes les directions.

Dans notre cas, l'emploi des adjectifs (régulier, irrégulier) pour voir le comportement de l'onde sonore quand le volume ne répond plus aux propriétés de la géométrie euclidienne. Nous permettrons d'établir des rapports entre volume global de forme et les autres propriétés sonores.

**4.2. Les matériaux :**

D'un point de vue acoustique, il existe deux types de matériaux : les absorbants, qui retiennent le son, et les réverbérants, qui le réfléchissent. Les matériaux mous et poreux (liège, feutre...) absorbent la majorité des ondes incidentes, même si quelques-unes sont réfléchies, ainsi les ondes les traversent facilement. Au contraire, les matériaux durs et denses (pierre, métal...) réfléchissent la majorité des ondes, et l'isolation est alors meilleure entre les deux côtés de la paroi. (A. Boudier, E. Guibert, 2006)

Dans notre travail on se contentera de citer juste les matériaux utilisés dans la conformation, pour ce qui de la réverbération elle est déjà notée dans la partie qui traite les caractéristiques des sons selon les surfaces d'incidences, pour ce qui est de la deuxième propriété et qui est très importante, à savoir l'isolation, nous avons préféré ne pas la noter vu que cette dernière avait été traitée après les travaux d'exécution dans 65 % des musées de notre corpus.

## 2.2. Le complément par l'analyse statistique :

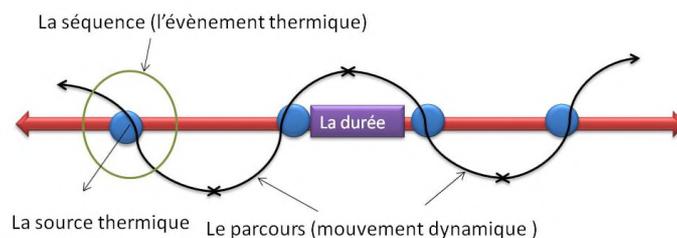
Pour l'analyse des résultats de la lecture, et leurs correspondances et traitement statistique on a opté pour l'utilisation du logiciel STATISTICA 7

## 3. Cas de l'ambiance thermique :

En se basant sur le volet de topologie thermique développé précédemment (chapitre 02), la topologie thermique et contrairement aux topologies lumineuses et sonores, est liée aux variations de température au sein de l'espace architectural, et ce durant les différentes périodes de l'année.

En gardant le principe de l'analyse séquentielle résultant de la définition de la topologie, pour le volet thermique nous nous n'aurons pas besoin de source thermique, mais d'étudier les variations des températures tout au long de notre parcours.

Le parcours sera donc composé de plusieurs séquences thermiques chaque séquence constitue un évènement à part entière (Figure VI. 17), ou l'on passe d'une séquence à une autre par le biais d'une transition liée à ce qu'on nommera '**l'écart de température**'.



**Figure VI. 17 : Définition de l'analyse séquentielle en fonction de l'ambiance thermique.**

Source : Auteur, 2016.

La simulation dans ce cas est plus que nécessaire, nous ne pouvons pas obtenir de variations ou qualifier les écarts de température si on n'a pas de séquences simulées.

## 3.2 - Repérage des séquences thermique dans architectural conçu :

Pour se faire nous avons opté pour le choix du logiciel ECOTEECT v5 dont le rôle est de simuler les ambiances avec une grande précision si l'on effectue les réglages des matériaux, et la modélisation convenablement.

- **Etape 01** : la modélisation

Il s'agit dans un premier temps de prendre le dossier graphique, les différentes photos, et de modéliser par une maquette 3D sur l'interface ECOTEECT v5 le cas d'étude, ou de la modéliser sur AutoCAD ou ArchiCAD et l'exporter par la suite à l'interface ECOTEECT v5, effectuer ensuite le réglage des différents matériaux, la position du nord, et vérifier l'existence du fichier climatique (créer ou télécharger un similaire en cas d'absence).

- **Etape 02** : la détermination du parcours

La finalisation de cette étape se caractérise par le réglage d'un point de vue en plan, et par le dessin du parcours muséal.

- **Etape 03** : positionnement de la grille d'analyse et la simulation

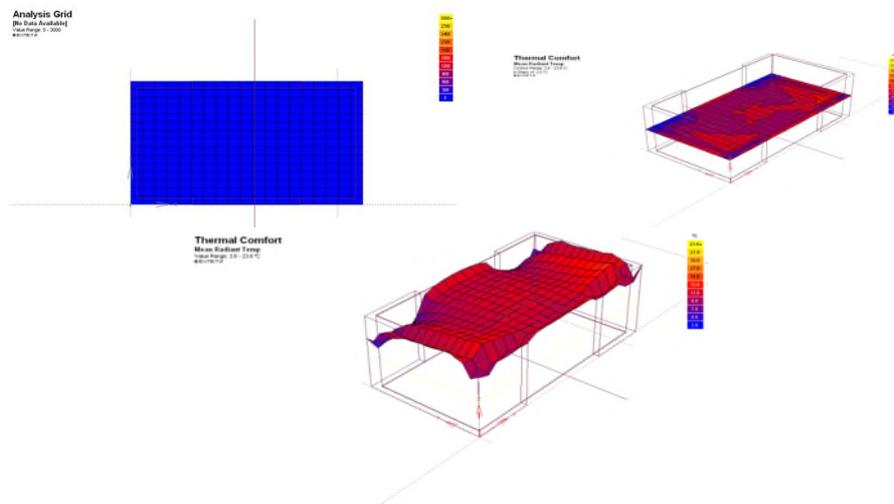
Il s'agit dans cette étape d'intégrer la grille de simulation, elle doit couvrir toute la partie exposition permanente et le parcours, du coup elle occupera toute la surface du plan avec une élévation choisie en fonction de la hauteur humaine. Le choix de l'élément à simuler avait été porté sur la température moyenne radiante.

Nous avons ensuite procédé à la simulation de la grille, et enregistrer le résultat sous format photo pour tous les cas défavorables en procédant par saison : hivers, mi saison et été, et par période de la journée : matin, midi, après-midi.

### Positionnement de la grille et choix de l'élément à analyser :

Le positionnement de la grille se fera dans un premier temps en plan avec une élévation en fonction de l'élément à analyser, pour notre cas nous avons choisi le confort thermique avec la température moyenne radiante (Figure VI. 18).

Les résultats sont utilisés en 2D des fois en 3D pour pouvoir voir les écarts s'ils ne sont pas apparents.



**Figure VI. 18** : le positionnement de la grille d'analyse.

Source : Auteur, 2016.

Nous avons pris par la suite les résultats schématiques des températures moyennes radiante résultante et sur ces dernière nous avons tracé le parcours, en considérants chaque partie coloré du plan avec une température comme segments a part, nous avons calculer le nombre des segments pour chaque température et à partir de ce calcul nous avons déterminer les écarts de températures qui peuvent exister dans le parcours d'abord pour chaque journée (matin, midi,

après-midi ) par le programme Excel ensuite pour chaque saison (hivers, mi saison, été) par le logiciel Statistica 07 (Figure VI. 19).

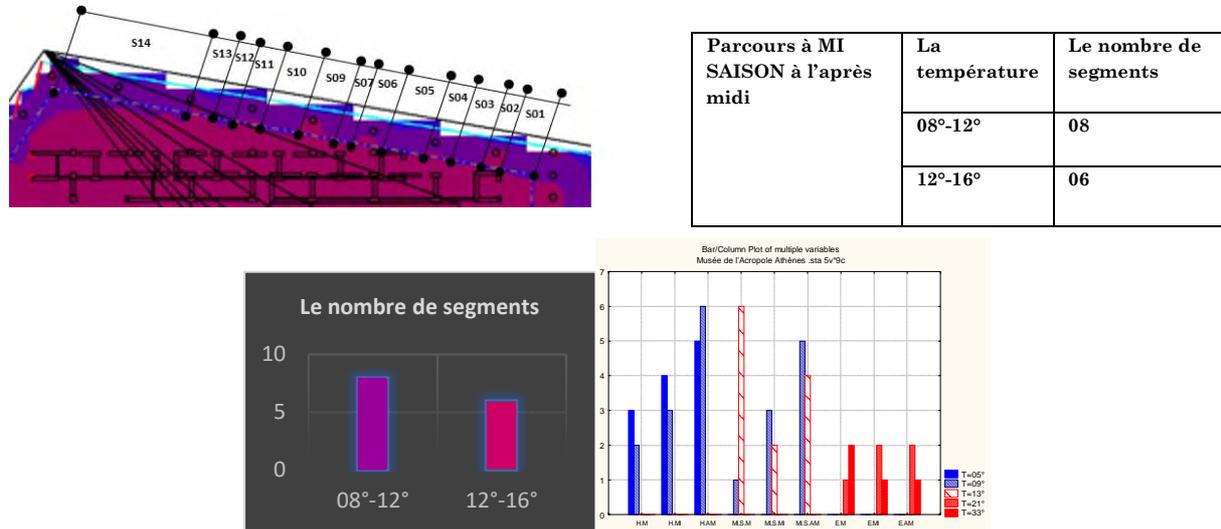


Figure VI. 19 : exemple d'application de l'analyse séquentielle.

Source : Auteur, 2016.

### 3.3 –Délimitation des séquences :

Les séquences se définiront après opération de simulation, tout comme pour la séquence sonore. Les séquences varient en fonction des couleurs de chaque séquence, et l'élément premier de leur positionnement est le parcours, toute la topologie thermique reposera sur les écarts de température.

### 3.4 - Description de la séquence thermique :

Les séquences seront décrites en fonction des discontinuités des températures moyenne radiante, on aura donc des discontinuités de la température en hivers, en été et en période de mi saison réparties chaque une sur trois périodes de la journée (matin, midi et après midi).

C'est par le biais du logiciel Statistica 07 que nous allons procéder à effectuer des correspondances entre les différents paramètres analyser par le biais d'une analyse multivariée.

- **Les écarts de la température moyenne radiante :**

L'élément que nous allons utiliser pour évaluer le confort thermique est la température moyenne radiante. Cette dernière représente de point de vue théorique un des éléments à influence majeur sur le confort, elle est la moyenne des températures de surface des parois qui entourent la personne, elle permet de donner une idée sur la température résultante du confort qui est calculer par la relation :

$$\text{Température résultante} \approx (\text{Température ambiante} + \text{Température radiante moyenne}) / 2$$

Nous allons donc relever les écarts de la température qui peuvent caractériser le parcours muséal durant les périodes les plus défavorables de l'année (Tableau VI. 03).

**Tableau VI. 03 : Liste des types d'écarts et de leurs abréviations**

Source : Auteur, 2014.

Saison	Le type d'écarts	L'abréviation
Saison hivernale	Les écarts de température matinaux en hiver	H.M
	Les écarts de température à midi en hiver	H.MI
	Les écarts de température l'après-midi en hiver	H.AM
Mi saison (printemps, automne)	Les écarts de température matinaux en mi saison	MI.S.M
	Les écarts de température à midi en mi saison	MI.S.MI
	Les écarts de température l'après-midi en mi saison	MI.S.AM
Saison estivale	Les écarts de température matinaux en été	E.M
	Les écarts de température à midi en été	E.MI
	Les écarts de température l'après midi en été	E.AM

• **La conformation architecturale :**

- a) L'architecture et la forme architectural : l'ambiance thermique est souvent liée à l'ambiance lumineuse (orientation, matériaux, lumière naturelle, ...) ce qui aura une influence particulière sur le confort thermique. Pour la forme en plan en se basant sur l'optimum qui varie selon la latitude de lieu. Nos musées sont tous situés sur des latitudes entre (37°N\_59°N) et des altitudes qui varient entre 0 et 300m.

Pour la forme architecturale extérieure, nous pouvons dire qu'elle a une très grande influence sur les variations de température, plus l'espace a des dimensions grandes plus il prend beaucoup de temps à chauffer et se refroidit rapidement.

- b) La géométrie et les coefficients de forme et de compacité : La taille et la géométrie du bâtiment conditionnent en partie les besoins de chauffage et de refroidissement. Des bâtiments mitoyens auront moins de déperditions thermiques par transmission que des bâtiments isolés. De même des bâtiments compacts par rapport à des bâtiments étroits avec beaucoup de décrochements. De même encore des bâtiments de grand volume (administratifs) par rapport à des petites villas.

Nous avons donc classé nos cas choisis en fonction de leurs Coefficient de forme, représentant le rapport entre la surface de l'enveloppe et le volume habitable ( $m^2/m^3$ ), il indique le degré d'exposition du bâtiment aux facteurs climatiques, c'est un critère très important dans l'évaluation thermique de l'édifice mais délicat à appliquer car il dépend de plusieurs facteurs, tel que la forme géométrique, la taille et le mode de contact des bâtiments. Ce rapport permet de comparer l'efficacité de différentes formes de bâtiment pour opter à un choix optimal, mais selon Roger Camous et al (1979) « le rapport surface/ volume nous donne mesure de la performance thermique d'une enveloppe, mais n'exprime pas forcément une performance d'usage habitable » c'est pour cela on fait recours toutefois à un deuxième rapport qui est le (RSSP) : surface de

l'enveloppe/surface du plancher, plus le (RSSP) est faible plus il fournit une meilleure performance.

- c) L'orientation : L'exposition sud est intéressante car le soleil est haut et il est facile de s'en protéger. C'est l'exposition la plus favorable l'été après le plein nord, tout en étant la meilleure en hiver. Pour cela nous avons choisi des musées orientés SUD ou SUD-EST ou SUD-OUEST

Une étude du centre scientifique et technique du bâtiment montre l'effet de l'orientation des baies vitrées sur les besoins en chauffage annuels. La façade qui demande moins d'énergie est la paroi sud, ainsi les fenêtres Est et Ouest peuvent encore être appelées fenêtre capteur.

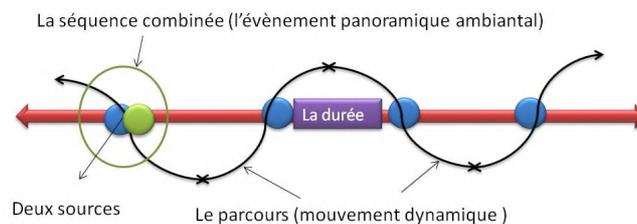
#### 4. De la lecture séparée à la lecture combinée :

Dans l'espace urbaine nous pouvons passer de l'analyse séquentielle du parcours au panorama ou film urbain, le panorama est composé de deux séquences à caractère différent, le film urbain quant à lui est composé de trois séquences de caractère différent.

De point de vue mathématique est en rapport avec la topologie, les problématiques topologiques acceptent des solutions de l'ordre de la géométrie différentielle, si on a un ou deux espaces de variété on parlera de carte et si nous avons plus on parlera d'ATLAS

Si l'on compare ça à l'espace architectural, les séquences de chaque type d'ambiance peuvent nous donner une idée globale sur le type d'ambiance dominant dans la séquence. Dans le cadre de cette recherche nous essayeront de combiner dans un premier temps deux séquences à caractère différent, pour obtenir les séquences de panorama ambiantal (Figure VI. 20).

- Séquences combinées (lumière-son)
- Séquences combinées (lumière-thermique)
- Séquences combinées (sonore-thermique)



**Figure VI. 20 : Représentation schématiques des topologies combinées à deux sources dans le parcours**  
Source : Auteur, 2016.

Ensuite une correspondance sera faite entre les trois séquences dans le même cas d'étude pour voir si l'on peut déduire des séquences à caractère topologique ambiant composé (Figure VI. 21).

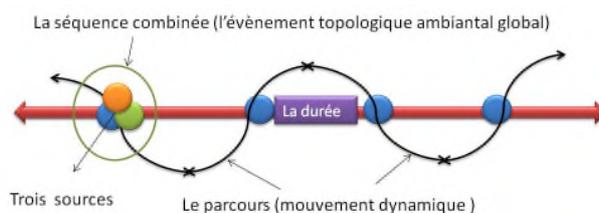


Figure VI. 21 : Représentation schématiques des topologies combinées à trois sources dans le parcours  
Source : Auteur, 2016.

Cette correspondance nous comptons la faire avec le logiciel STATESTICA 7.

## 5. Application sur un cas d'étude :

Nous avons choisi le cas du musée départemental de la préhistoire pour cette application.

### 5.1. L'ambiance lumineuse :

#### 5.1.1. Les résultats de l'analyse séquentielle :

Pour le cas de l'ambiance lumineuse tous ce qui concerne parcours et séquence avait été fait en magistère nous présentons ici un bref aperçu sur les résultats obtenus, plus une simulation afin de visualiser et confirmer quelques séquences de notre recherche (cette partie avait déjà été traité dans la première post-graduation).

- **Le Parcours :**

Le parcours dans ce cas d'étude est symétrique, il se caractérise par l'existence de deux parties identiques par symétrie et une partie centrale.

- **Les séquences :**

La première partie du parcours est symétrique à la deuxième partie. Elle comporte trois séquences de type 01 et deux séquences de type 02. La deuxième partie quant à elle est différente de la première. La variation est observée dans l'orientation avec deux types, le 03, et le 04. (Tableau VI .04) (Saraoui.S, 2011)

Tableau VI .04 : les séquences muséales

Source : auteur, 2011.

<i>Le parcours</i>	<i>Le nombre de séquences</i>
<i>TYPE 01</i>	<i>03</i>
<i>TYPE 02</i>	<i>02</i>
<i>TYPE 03</i>	<i>03</i>
<i>TYPE 04</i>	<i>02</i>
<i>TOTAL</i>	<i>10</i>

- **Caractéristiques des séquences :**

1. **Etude de l'espace :** on a constaté, d'après l'analyse, qu'il y a une absence de variation concernant les caractéristiques de l'espace dans l'ensemble des séquences, aucune inclinaison des parois n'est constatée. Les textures des murs et du plafond sont lisses. Celle du sol est

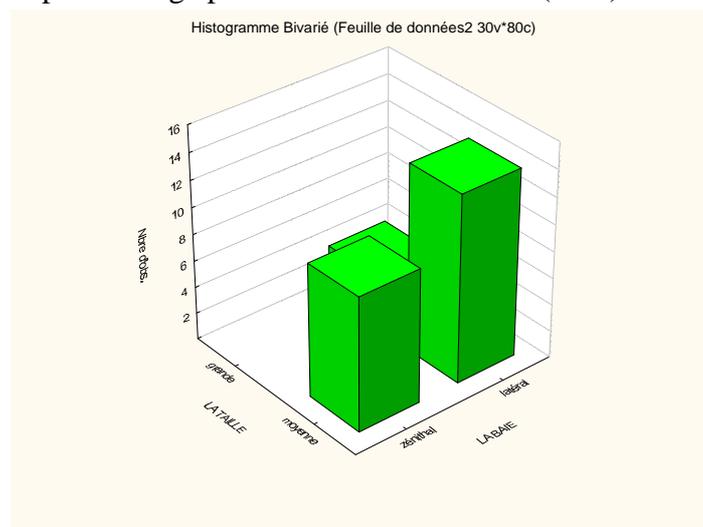
rugueuse. Les couleurs des murs et du plafond sont d'un blanc de nuance gris sombre. Le sol est de couleur noir foncé (Figure VI. 22). (Saraoui.S, 2011)



**Figure VI. 22 : Musée départemental de la préhistoire**

Source : Semounet R., 1994.

**2. Etude de la baie :** On constate une dominance de l'éclairage latéral (64%) répartie de manière logique sur les quatre orientations : i) un grand pourcentage pour l'EST et l'OUEST (39%), et ii) un faible pourcentage pour le SUD et le NORD (11%).



**Figure VI. 23 : Musée départemental de la préhistoire**

Source : Auteur, 2011.

L'analyse nous a révélé que dans notre parcours et pour la majorité des séquences les baies sont de types latéraux et de taille moyenne. Pour le reste des séquences nous avons deux typologies de baie, la première zénithales de tailles moyenne et la seconde latérale de grande taille. (Figure V. 21)

**5.1.2. La visualisation pour la confirmation :**

Nous avons pu grâce à Radiance simuler quelque endroit du parcours dans l'heure ou la fréquentation est la plus élevée (Tableau VI .05) est nous avons par la suite comparé les résultats avec ceux de l'analyse séquentielle.

Tableau VI .05 : la visualisation de quelques parties du parcours

Source : auteur, 2016.

	Partie 01	Partie 02	Partie 03	Partie 04
21 MARS				
21 JUNI				
21 DEC				

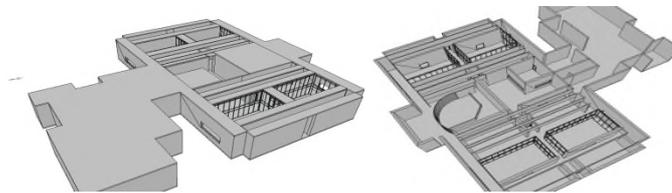
## 5.2. L'Ambiance sonore :

### 5.2.1. L'analyse séquentielle et la visualisation :

Les figures VI. 25 récapitule l'ensemble des étapes de l'analyse séquentielle expliquée déjà dans la partie de l'élaboration du modèle d'analyse.

Chaque source sonore avait été simulé à part et on a obtenu le résultat dans le tableau (VI .06) pour toutes les séquences sonores. Il est à remarquer que pour une séquence simulée, le logiciel ECOTECTv5 peut nous fournir d'autres types de lecture par rapport au type de son existant dans le musée, par filtre de surface d'incidence, ce filtre va beaucoup nous aider dans ce travail de description des séquences.

Nous allons présenter les résultats obtenus pour le cas du Musée Départemental de la préhistoire



**Figure VI. 24 : La perspective totale et éclatée du modèle réduit 3D**  
Source : Auteur, 2015.

- Le parcours et les séquences :

Le parcours se caractérise par dix séquences sonores, qui dépendent de la position temporaire du guide de visite considéré comme source sonore en mouvement (Tableau VI .07), nous observons le type 01 au démarrage de la visite. Le type 02 correspond aux séquences sonores dans les parties où la morphologie de la conformation est en longueur. Le type 03 dans la partie la plus large du parcours, et enfin le type 04 où la morphologie de la conformation est dans le sens de la largeur.

**Tableau VI .06 : les séquences muséales**  
Source : auteur, 2015.

Le parcours	Le nombre de séquences
Type 01	01
Type 02	03
Type 03	02
Type 04	04
Total	10

- Les caractéristiques des séquences :

D'abord nous avons fait une analyse d'onde et des différentes opérations pour visualiser chaque séquence en fonction de sa source sonore.

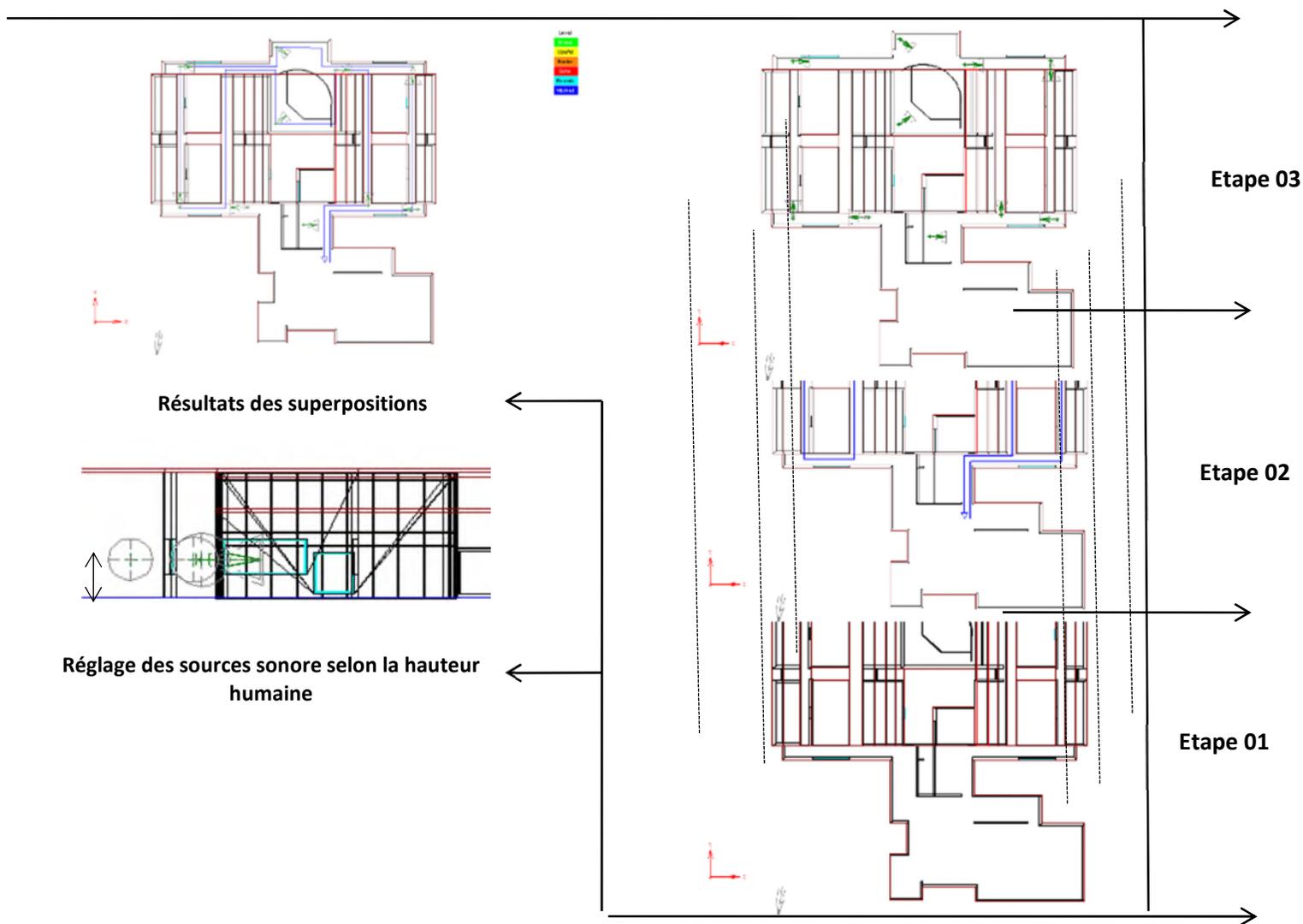
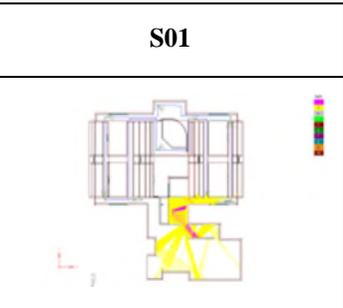
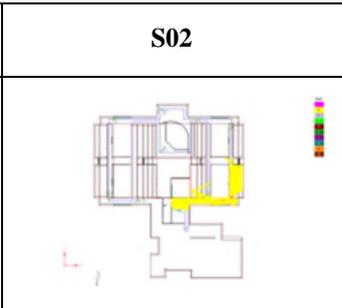
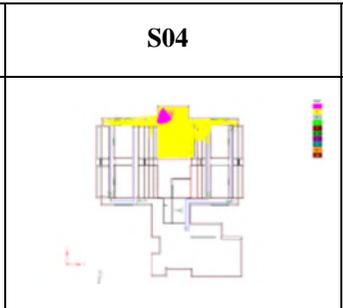
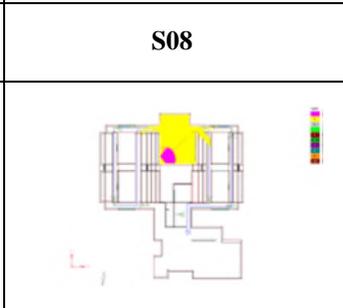


Figure VI. 25 : les étapes de l'analyse séquentielle  
Source : Auteur, 2014.

Tableau VI .07 : les séquences sonores du parcours muséal obtenues par filtre de largeur d'onde pour le cas du musée départemental préhistoire conçue par l'architecte Roland Simounet.

Source : auteur, 2016.

Séquence	S01	S02	S03	S04	S05
Résultat					
Séquence	S06	S07	S08	S09	S10
Résultat					

**a) La source sonore :**

Les sources sonores sont de la même direction du parcours et ce dans 70% des séquences, cependant les sources sonores changent d'orientation dans 80% des séquences.

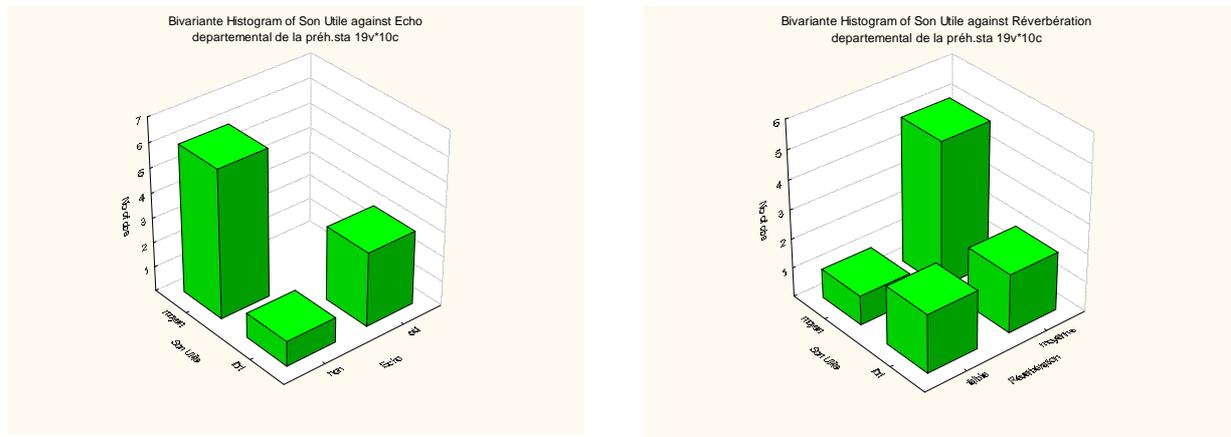
**b) Les caractéristiques de l'onde sonore :**

Il n'existe pas de discontinuités de caractéristiques de l'onde sonore pour ce cas d'étude.

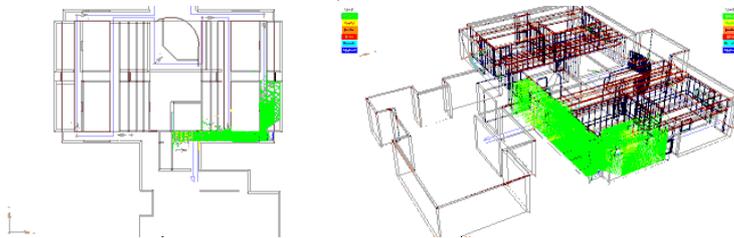
**c) Les caractéristiques des sons selon les surfaces d'incidences :**

D'après l'analyse bivariée, nous avons une dominance de son utile moyen par rapport aux surfaces d'incidence, et l'absence de l'écho, la présence de l'écho revoit à une forte présence du son utile. (Figure VI. 26)

Lorsque le son utile est présent de manière forte, nous constatons une faible réverbération dans l'espace, mais lorsque le son utile est moyen nous avons une réverbération moyenne.

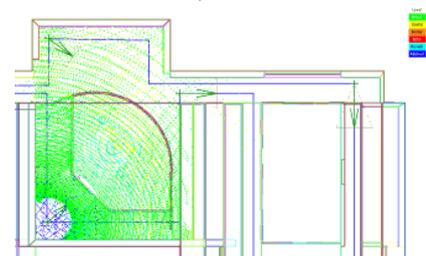


**Correspondance entre le son utile et l'écho**  
Source : Auteur, 2016



**Séquence 02 par surfaces d'incidence**  
Source : Auteur, 2016.

**Correspondance entre le son utile et la réverbération**  
Source : Auteur, 2016



**Séquences 06 par surfaces d'incidence**  
Source : Auteur, 2016

**Figure VI. 26 : Résumé des résultats obtenues pour l'analyse des séquences sonores**  
Source : Auteur, 2014.

- Les caractéristiques de la conformation :**

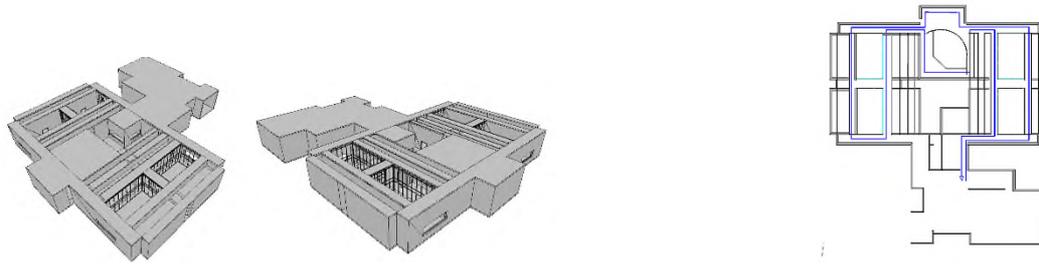
Il n'existe pas des discontinuités quant à cette caractéristique.

**5.3. L'ambiance thermique :**

✓ **La modélisation et le parcours :**

Nous avons choisi de tester cette méthode sur un de nos cas d'étude, le musée départemental préhistoire conçue par Roland Simounet en 1981, à paris en France. Nous avons donc recueilli toutes les informations nécessaires sur le projet, nous avons modéliser une maquette 3D et sous

l'interface Ecotect v5 nous avons régler les épaisseurs et les caractéristiques des matériaux, le contexte, et même le fichier climatique de la ville de paris (Figure VI. 27).



**Figure VI. 27 : modélisation pour l'analyse thermique et repérage du parcours**  
 Source : Auteur, 2016.

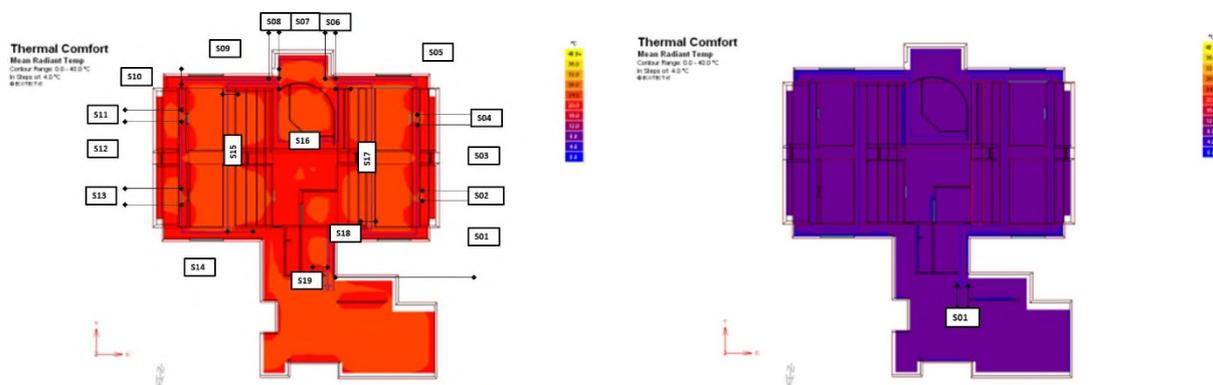
Nous avons par la suite tracé le parcours avec une couleur apparente et commencer la simulation thermique, nous avons choisi le confort par la température moyenne radiante et choisi par la suite par exemple la journée la plus froide de l'année pour le cas de la ville de paris, et nous avons choisi trois périodes d'abord la matinée, ensuite midi et enfin l'après-midi. Nous avons fait de même pour la journée la plus chaude et celle de mi saison et nous avons obtenu ce tableau (Tableau VI .08) :

**Tableau VI .08 : Résultats de la simulation thermique pour les périodes les plus défavorables**  
 Source : auteur, 2016

	MATIN	MIDI	APRES-MIDI
21 Décembre			
21 Mars/septembre			
21 Juin			

✓ **Délimitation et description de la séquence :**

Nous avons précisé dans la partie méthodologie que l'analyse séquentielle permettra de délimiter les séquences et nous l'avons appliqué sur tous les plans simulés, et il y'a une très grande variété de résultats, comme pour le cas du musée départemental de la préhistoire pour le mois de décembre il y'a pas de variation de température, le parcours dans ce cas-là constitue une seule séquence de la même température moyenne radiante 8°. Pour le même cas le 21 juin on remarque deux intervalles de température moyenne radiante et le parcours est composé de 09 séquences de 24° et de 09 séquences de 28° (Figure VI. 28).



**Figure VI. 28 : l'analyse séquentielle du musée départemental de la préhistoire**  
 Source : Auteur, 2016.

Ces résultats une fois obtenues nous les avons rapportés sur un tableau (Tableau VI .09) pour dessiner nos graphes descripteurs, et nous présentons dans ce qui suit le graphe (Figure VI. 29) du musée départemental de la préhistoire et son graphe de nombre de séquences par saison et par période de la journée.

**Tableau VI .09 : Récapitulatif du nombre de séquences par température en fonction des saisons**  
 Source : auteur, 2016

Hivers					
Matin		Midi		Après midi	
Parcours	N séquences	Parcours	N séquences	Parcours	N séquences
Type 01 (8°)	01	Type 01(8°)	01	Type 01(8°)	01
Mi saison					
Matin		Midi		Après midi	
Parcours	N séquences	Parcours	N séquences	Parcours	N séquences
Type 01(12°)	01	Type 01(12°)	01	Type 01(12°)	01
Eté					
Matin		Midi		Après midi	
Parcours	N séquences	Parcours	N séquences	Parcours	N séquences
Type 01(24°)	01	Type 01(24°)	09	Type 01 (24°)	02
		Type 02(28°)	09	Type 02 (28°)	03

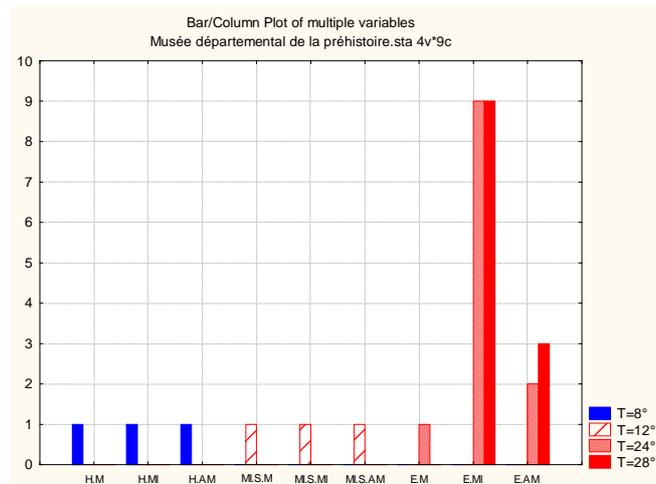


Figure VI. 29 : Représentation de nombre de séquence en fonction des températures et des périodes de saison

Source : Auteur, 2016.

Les discontinuités de la température moyenne radiante résultantes pour ce cas d'étude sont les suivantes :

1.1.1. **Les discontinuités de températures en hiver :**

**Matin, midi, après-midi :** les discontinuités de températures le matin, à midi ou un après-midi d'hivers pour la journée la plus froide sont inexistantes, le parcours constitue une seule séquence, ou la température est maintenue à 8°.

- Il n'existe pas des discontinuités de température hivernal pour ce cas d'étude.

1.1.2. **Les discontinuités de températures des mi saisons :**

**Matin, midi, après-midi :** les discontinuités de températures le matin, à midi et l'après-midi de mi saison pour la journée demi saison Sont inexistantes, le parcours constitue une seule séquence, ou la température est maintenue à 12°.

- Il n'existe pas des discontinuités de température de mi saison pour ce cas d'étude.

1.1.3. **Les discontinuités de températures en été :**

**Matin :** les discontinuités de températures le matin d'été pour la journée la plus chaude sont inexistantes, le parcours constitue une seule séquence, ou la température est maintenue à 24°.

**Midi :** pour un midi de la journée la plus chaude le parcours se compose de 18 séquences, dont 50% sont de 24° et le reste à 28°, il existe donc des discontinuités de températures.

**Après-midi :** pour un après-midi de la journée la plus chaude le parcours se compose de 05 séquences, dont 60% sont de 28° et le reste à 24°, il existe donc des discontinuités de températures.

- Les discontinuités de température caractérisent en période estival, la période de midi et l'après-midi avec un pourcentage total de 67%.

1.1.4. **Commentaire annuel :**

Les discontinuités annuelles de température son d'un taux de 25% et caractérisent surtout la période estivale.

**Remarques :**

- Il est à remarquer, que pour la topologie lumineuse le recours à la simulation peut compléter ou confirmer les topologies lumineuses résultantes, cependant pour le cas des ambiances invisibles le recours à la simulation est plus que nécessaire, car il permet leurs visualisations et les rends plus palpables.
- Dans notre travail, la simulation était d'une grande importance, elle nous a permis de rendre les topologies plus visibles, de les calculer et de déceler leurs limites dans la conformation, cependant la simulation seule ne peut pas remplacer l'analyse in situ qui peut être accompagnée par des mesures, ce qui rend les résultats beaucoup plus exacts.
- Nous avons tenté dès le début de notre recherche de collecter des récits d'architectes liés aux autres types d'ambiance dans les musées en question, nous n'avons pas trouvé de textes décrivant le sonore ou la thermique, même en contactant les bureaux d'architecture, du coup, l'analyse de contenu effectuée dans la première poste graduation, sur la lumière, ne sera pas généralisée pour les autres ambiances.
- La présente recherche prendra en charge l'ambiance lumineuse, sonore et thermique

**Conclusion :**

Après avoir présenté le modèle d'analyse avec les différents paramètres, nous avons présenté à la fin de ce chapitre une application sur le cas du musée départemental de la préhistoire.

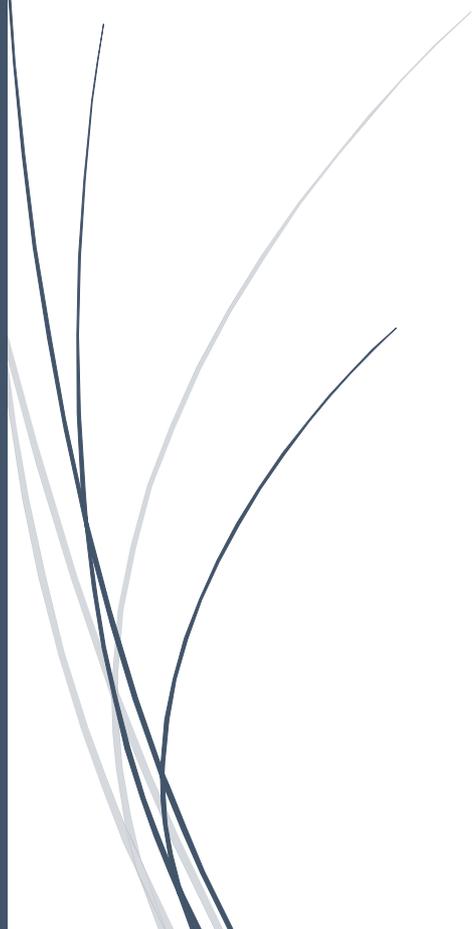
Il est à préciser que pour le cas de l'ambiance lumineuse nous avons déjà obtenu des résultats de l'analyse séquentielle, et nous allons à travers la simulation par Radiance confirmer l'existence de ces séquences.

Ce modèle sera appliqué sur tous les cas d'étude de notre corpus, nous allons d'abord prendre chaque ambiance à part pour faire ressortir pour chaque cas les descripteurs de chaque type d'ambiance, ensuite nous allons étudier les correspondances entre les paramètres de la même ambiance pour enfin étudier les rapports qui peuvent exister entre les trois ambiances.



CHAPITRE 07

**LES DISCONTINUITES DES  
SEQUENCES LUMINEUSES MUSEALES**



**Introduction :**

Nous reprenons dans ce chapitre les résultats obtenus dans le cadre de la recherche de la première poste graduation, il s'agit des discontinuités résultantes et leurs relations avec les qualificatifs utilisées par les architectes et les journalistes. Nous avons modélisé nos musées du corpus d'étude dans le logiciel ECOTECT ensuite nous les avons exportés à Radiance, l'objectif était d'obtenir les valeurs d'éclairage surfacique afin de vérifier l'existence des topologies lumineuses dans les différentes parties de la conformation.

**1. Les discontinuités lumineuses dans l'espace muséale.****1.1. Les discontinuités résultantes :**

Nous avons procédé d'abord à une première lecture des résultats de l'analyse séquentielle, cette dernière a indiqué que la valeur moyenne des séquences pour chaque musée était de 36. Chaque type de séquence est différents des autres types, mais vous pouvez regrouper des séquences ayant les mêmes caractéristiques spatiales sous la même catégorie.

Tout d'abord, d'après les caractéristiques et la forme du parcours, nous avons constaté qu'à l'exception du musée Départemental De Préhistoire de Roland Simounet, les musées du parcours labyrinthe appartiennent généralement à la tendance déconstructiviste. D'autre part, les musées du parcours linéaire sont des musées modernes ou des musées d'avant-garde. Les musées à parcours centrés sont uniquement fournis par Aldo Rossi pour le musée Bonnefanten à Maastricht, aux Pays-Bas, et Josef Paul Kleihues pour le musée Humburger Bahnhof à Fur Gegenwart, Berlin.

En ce qui concerne les caractéristiques de la conformation, il y a peu de changement et les caractéristiques des matériaux restent inchangées tout au long du processus. Cela n'empêche pas l'existence de quelques exceptions : i) le changement de couleur des murs entre une séquence et une autre séquence du musée Hergé de Portzamparc, ii) le changement de la forme des murs des musées déconstructivistes, comme le Guggenheim Museum Bilbao, et iii) Changements dans la morphologie du sol enregistrés par l'American Aviation Museum à Duxford. Concernant les caractéristiques de la baie, nous les avons rencontrés dans 19 des 30 musées avec éclairage latéral comme pilier, et 10 des 30 musées avec éclairage en coupole comme pilier. Un seul d'entre eux avait le même mode d'éclairage. Ce cas particulier est le Musée français de la Préhistoire. La plupart des vitres latérales ou des fenêtres de toit ouvrant sont rectangulaires. La variation est constatée dans : i) la position de la baie dans les parois, ii) sa taille, et iii) son orientation pour le cas d'éclairage latéral.

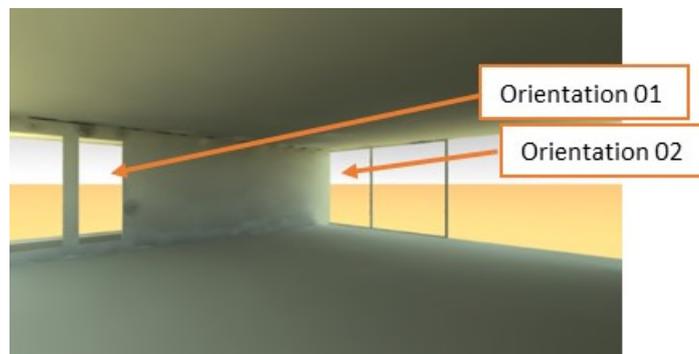
La plus grande partie de l'ouverture latérale est d'orientation Sud. Cette enquête nous indique : i) l'enchaînement de chaque étude de cas dans le parcours du musée, ii) les relations et similitudes possibles entre elles, et iii) leurs caractéristiques, les caractéristiques du parcours, les caractéristiques des murs, et enfin les caractéristiques de la baie.

La possibilité de combiner des séquences ayant les mêmes caractéristiques spatiales et des baies, dans tous les parcours muséaux, nous a offert un certain nombre de discontinuités majeurs et inexistantes ou peu nombreuses, appelées discontinuités légères. Ce sont un ensemble de discontinuités qui caractérisent l'espace ou la conformation dans notre sujet de recherche. Nous avons observé une seule discontinuité de la morphologie de la paroi à une fréquence de 17 %. Les discontinuités restantes dans la forme de mur n'existent pas. Concernant la discontinuité de la caractéristique de la baie, la forme de la baie occupe 20%, il s'agit donc d'un élément de légère discontinuité. Seules les principales discontinuités seront mises en exergue ci-dessous.

### **1.1. La discontinuité d'orientation :**

La discontinuité d'orientation fait référence à l'ensemble des changements dans la direction de la baie le long de l'itinéraire existant. Sur un même parcours, la baie peut conserver les mêmes caractéristiques pour toutes les séquences, et le changement caractérisera uniquement son orientation.

Sur la base de l'analyse comparative entre les différentes variables dans toutes les cas d'études, nous avons remarqué des changements constants de direction (Figure VII. 01)., par exemple, dans le musée d'Athènes, le parcours est linéaire. Cela le rend stable, mais le moindre changement de direction dans le parcours est suivi par un changement de l'orientation de la baie,



**Figure VII. 01 : SAMMLUNG GOETZ Munich**

Source : Auteur, 2016

### **1. 2.la discontinuité du type d'éclairage :**

La deuxième discontinuité constatée est la discontinuité du type d'éclairage. Dans un même parcours, l'ouverture peut avoir les mêmes caractéristiques, mais peut varier selon sa position dans le mur, le mur peut être horizontal (toiture) puis vertical (mur). Par conséquent, nous passerons de l'éclairage latéral à l'éclairage zénithal et vice versa. Ce type de variation est présent dans 73 % des cas de notre recherche. Le musée espagnol de l'eau est un exemple très frappant de cette variation. Les ont créés des changements dans les types d'éclairage le long du même parcours, ce qui affectera évidemment les séquences muséales. (Figure VII. 02)



Figure VII. 02 : Musée hydraulique D'Espagne  
Source : Auteur, 2016

### 1. 3. la discontinuité de la forme de la baie :

La forme de la baie peut entraîner de nombreux changements séquentiels dans le parcours. La baie dans ce cas ne conservera pas les mêmes caractéristiques de la forme. Ce genre de changement de la forme se manifeste par son changement complet, le passage d'une forme à une autre dans le même parcours. C'est une variation à faible présence en comparaison aux autres variations (20% des cas d'étude).

Nous trouvons les variations de la forme de la baie dans les musées des architectes déconstructivistes. (Figure VII. 03), nous citons à cet effet le cas du musée Juif de Berlin ou la baie passe d'une forme rectangulaire à une autre en longueur inclinée dans le même parcours. (Figure VII. 04).

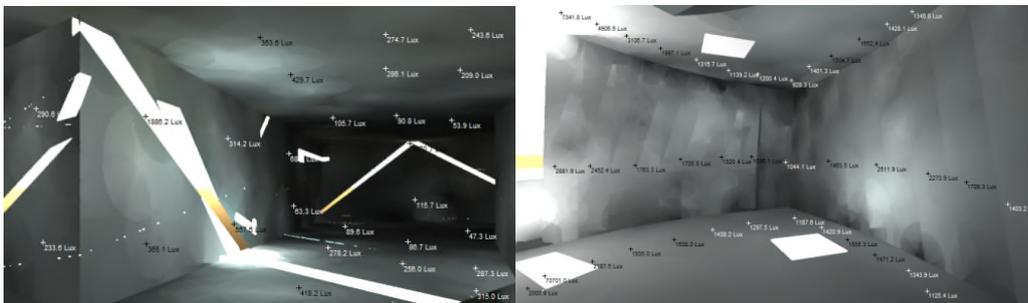


Figure VII. 03.04 : La discontinuité de la forme de la baie, les Musées Juif de Berlin et Guggenheim  
Source : Auteur, 2016

### 1.4. La discontinuité de la proportion de la baie par rapport au mur ou au plafond :

Une baie peut occuper une grande ou une petite surface du mur. Ce type de discontinuités est présent dans les musées où la variation des dimensions de la baie est constatée, elle est présente dans notre recherche à un pourcentage de 43%, et ce quel que soit le type de la baie.

Nous citons à cet effet le cas du musée Nykytaiteen Kiasma de Helsinki, et à cause de la forme du terrain, les baies horizontales sont caractérisées par cette variation.

L'inclinaison de la paroi a créé des séquences de plus en plus petites, par rapport à la surface totale du projet, pour le cas de l'éclairage latéral. Dans le musée Kunsthaus Bregenz en Autriche, on peut constater que les séquences varient d'une partie du parcours à une autre, en

fonction de cette proportion. Ainsi dans une première séquence la proportion est de 2 /3 ; dans la deuxième la baie constitue le 1/3 de la surface du mur.

Dans le musée de l'acropole d'Athènes aussi la proportion de la baie constitue dans quelques séquences 100% ; dans d'autres, elle ne dépasse pas les 50 % (Figure VII. 05).

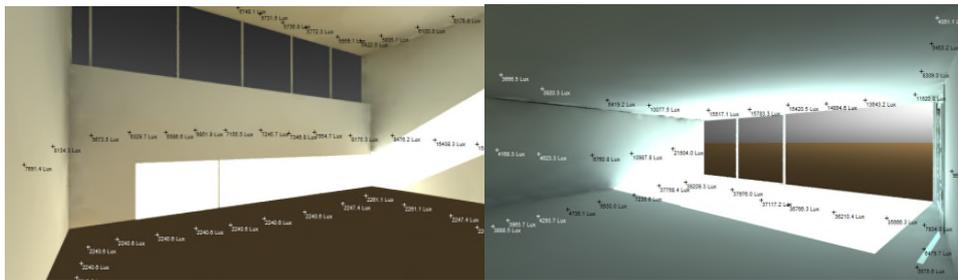


**Figure VII. 05 : La discontinuité de la proportion de la baie, le Musée de l'Acropole.  
Source : Auteur, 2016**

**1.5. Discontinuité de la taille de la baie :**

Nous pouvons constater ce type de variation dans le même parcours, la taille de la baie constitue dans le corpus analysé le plus grand nombre de séquence. Ces discontinuités caractérisent 63% des séquences analysées.

Nous présentons ici cette variation dans le cas du le SAMMLUNG GOETZ Munich, où nous remarquons une variation de la taille de la baie dans l'éclairage zénithal (Figure VII. 06).



**Figure VII. 06 : Les discontinuités de la taille de la baie dans le SAMMLUNG GOETZ Munich  
Source : Auteur, 2016**

**1.6. La discontinuité de la position de la baie :**

La position de la baie dans le mur peut aussi varier, parce que dans le même parcours, nous passons d'une ouverture basse, à une autre haute ou autre. Ce type de variation est rencontré dans 40% des musées du corpus d'étude.

La baie peut occuper la partie haute des parois, la partie du milieu, ou la partie basse. Dans le Humburger Bahnhof museum, on a remarqué que dans la partie du parcours, les baies occupent dans un groupement de séquences le haut des parois, et dans le groupement qui suit le milieu des parois (Figure VII. 07).

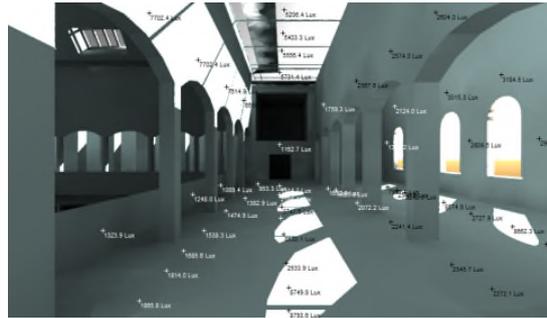


Figure VII. 07 : Les discontinuités de la position de la baie dans le Humbuguer Bahenhof museum  
Source : Auteur, 2016

### 1. 7. Discontinuité de l'inclinaison de la paroi :

La forme de la paroi dans les musées obéit pratiquement pour la plupart des cas à la logique du dessin du parcours. Cette discontinuité d'inclinaison de la paroi est présente dans 17% des cas du corpus d'étude, ce qui signifie une faible variation.

Pour la majorité des cas, la position de la paroi est verticale, par souci d'exposition, nous avons trouvé ce type de variations dans les musées déconstructivistes, et dans l'American air museum Duxford GB où nous avons une discontinuité des parois, concernant les murs de la baie, et le sol (Figure VII. 08).

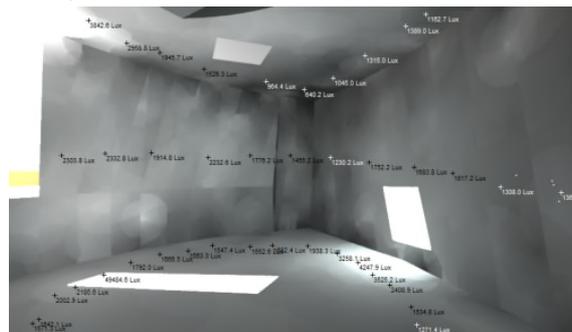


Figure VII. 08 : Les discontinuités de l'inclinaison de la paroi dans le Guggenheim Museum  
Source : Auteur, 2016

### 1.2. Les familles de discontinuités :

Après avoir repéré et identifié les discontinuités dans notre corpus d'étude, nous avons gardé uniquement les discontinuités majeures, afin d'explorer les correspondances entre elles, dans l'objectif de rechercher des groupements de discontinuités favorables à la création de topologies lumineuses.

D'après l'analyse effectuée, nous avons constaté qu'il existe un certain nombre de correspondances entre l'ensemble des critères, i) - discontinuités de position suivant les discontinuités de l'orientation et de la taille de la baie, ii) - discontinuités du type d'éclairage, de la forme de la baie et de sa taille, iii) - discontinuités de l'orientation, de la taille de la baie et du complément du vitrage utilisé.

Ces associations ont été retrouvées grâce à l'application d'une analyse des correspondances multiples entre les discontinuités majeures. Cette analyse des correspondances multiples a été effectuée au moyen du logiciel STATISTICA 7

### 1.2.3. Discontinuités position /taille /orientation de la baie

Les discontinuités de la position de la baie dans le parcours, sont souvent liées aux discontinuités de sa taille et de son orientation pour le cas de l'éclairage latéral. Nombreux sont les cas d'étude qui sont caractérisés par ce genre de variables.

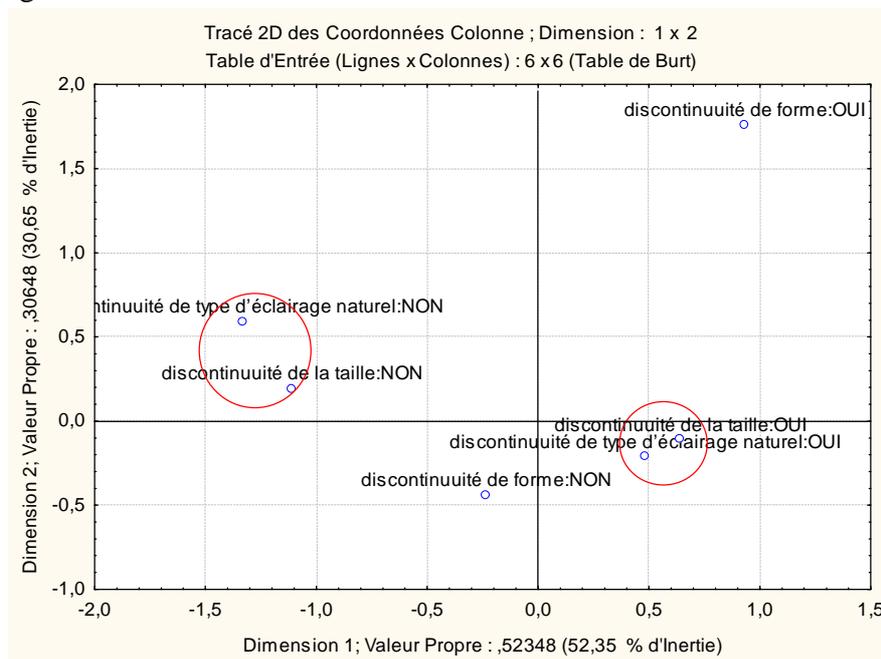
Pour le cas où les variations d'orientation sont absentes, et l'existence d'un éclairage zénithal uniquement, nous pouvons rencontrer des variations de la taille et de la position de la baie.

Dans cette catégorie, le musée le Kunsthal Rotterdam est le cas où l'existence des baies latérales dans plusieurs parties de l'enveloppe extérieure, donne au parcours plusieurs caractéristiques de variation. Pour l'orientation Sud, par exemple, les tailles de la baie deviennent plus petites par rapport à celles orientées vers l'Ouest. La position de la baie dans la paroi varie aussi. L'architecte utilise la position du milieu pour la façade Est et celle d'en haut pour l'orientation Sud.

### **1.2.2. Discontinuités du type d'éclairage /taille. De la baie**

Les discontinuités du type d'éclairage de la baie sont souvent liées aux discontinuités de la taille de la baie (Figure VII. 08).

A l'American air museum Duxford, par exemple, l'architecte utilise dans la première partie du parcours des ouvertures latérales de grande taille, et dans la deuxième partie du parcours, des baies zénithales de petite taille. Cet exemple montre l'association des tailles de la baie au type d'éclairage donné.



**Figure VII. 08 : les discontinuités de type d'éclairage /taille.**

Source : Auteur, 2011.

### **1.2.3. Discontinuités orientation /taille /complément de vitrage de la baie :**

Les discontinuités du complément de vitrage sont liées à celle de la taille de la baie et de son orientation (Figure VII. 09).

On rencontre ce type des correspondances dans des cas, comme celui de l'Acropole Athènes. Dans une partie du parcours, l'architecte travaille conçoit pour façade Sud, des baies de

petites avec un complément de vitrage. Dans la façade Est, les fenêtres sont plus grandes, mais sans les compléments de vitrage.

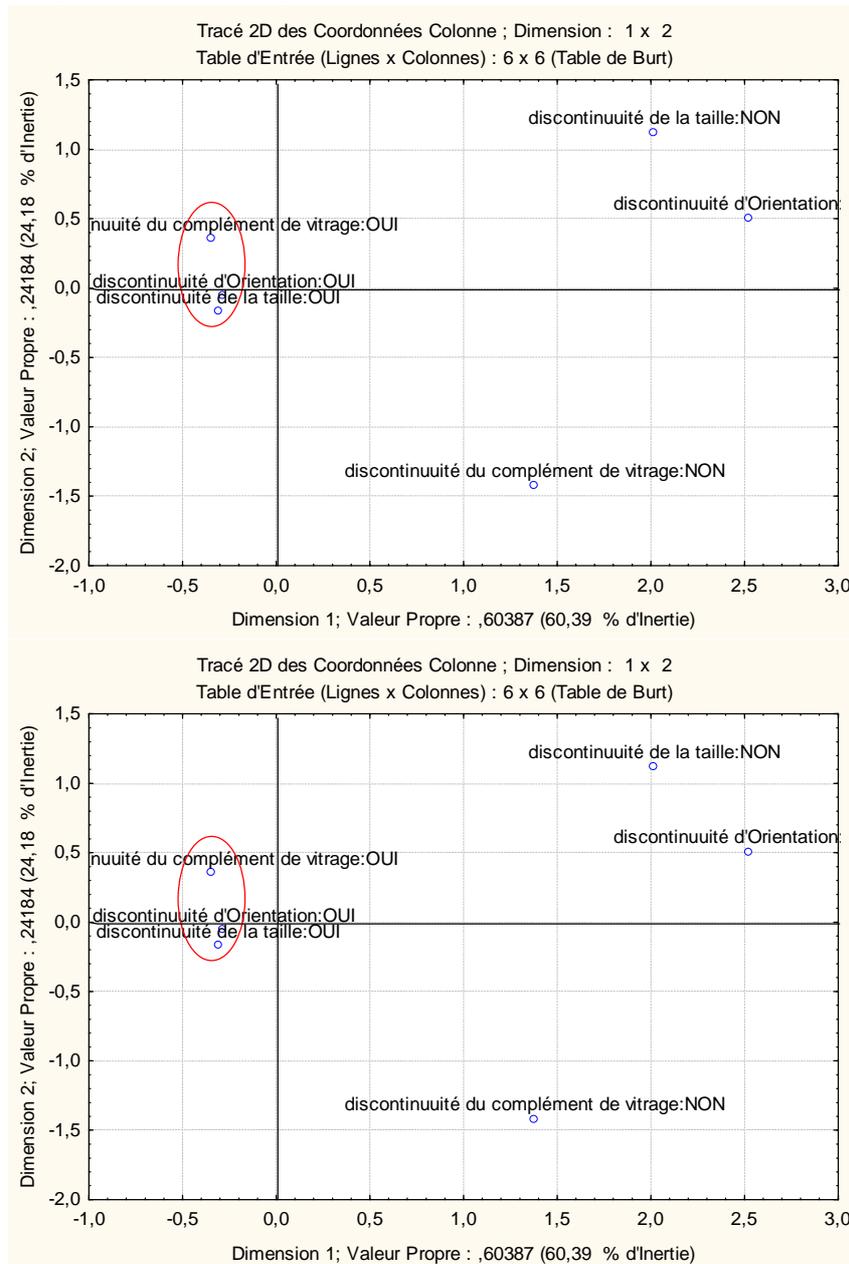


Figure VII. 09 : les correspondances des discontinuités d'orientation /taille /complément de vitrage.

Source : Auteur, 2011.

**1.2.4. Les discontinuités et la typologie de parcours :**

- Pour les musées à parcours linéaire : nous avons remarqué l'existence de trois types des discontinuités qui sont : celles de la proportion de la baie, celles de sa position, et de sa taille (Figure VII. 10).
- Pour les musées à parcours centré nous avons remarqué qu'il y'a absence totale des discontinuités de la proportion de la baie, de sa position et de sa taille.

- Pour les musées à parcours mixte ou labyrinthique nous avons remarqué l'existence de discontinuité de complément de vitrage, de la forme de la baie, de son orientation, et du type d'éclairage.

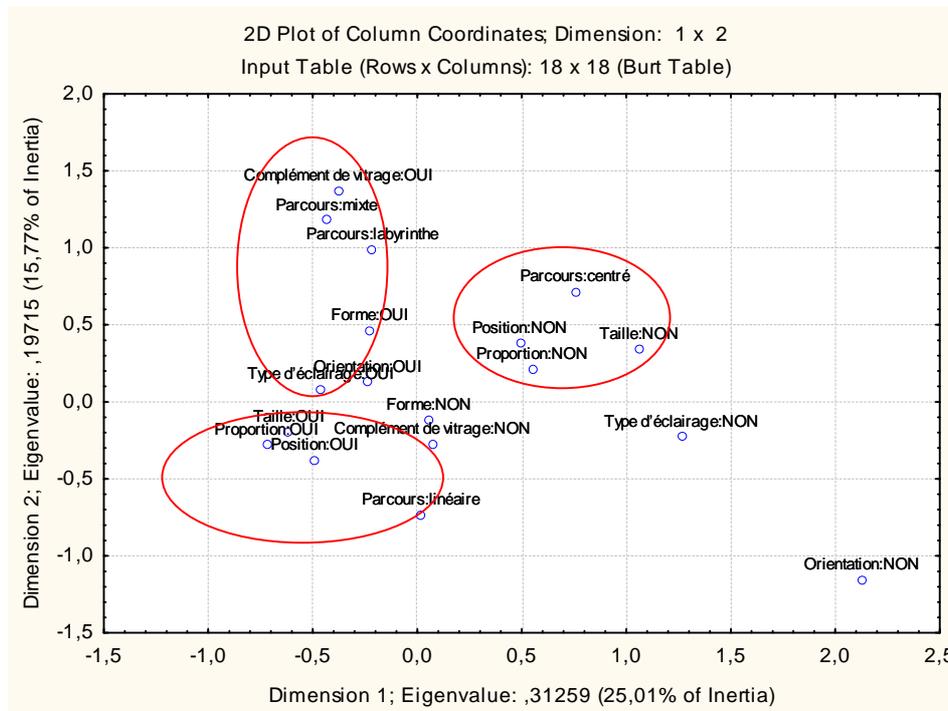


Figure VII. 10 : Correspondance entre discontinuités et typologie de parcours  
Source : Saraoui, 2018.

**1.2.5. Les discontinuités et L'orientation :**

- Pour l'orientation Ouest, et Sud -Ouest, nous avons remarqué l'existence de discontinuité de la forme de la baie, du complément de vitrage, taille de la baie, son orientation et le type d'éclairage.
- Pour les orientations Nord et Sud, nous avons remarqué les discontinuités de la proportion de la baie.

**1.2.6. Les discontinuités et la nature du site :**

- Pour le site de nature urbaine nous avons remarqué l'existence de famille de discontinuité de la forme de la baie, son complément de vitrage, son orientation, et enfin le type d'éclairage.
- Pour le site naturel il n'existe pas de type précis de discontinuité.

**1.3. L'analyse de texte et la sémantique des architectes :**

Le discours propre aux architectes ou bien le récit journalistique qui le rapporte ont été étudiés en termes de qualification des environnements lumineux dans les musées analysés. Nous avons donc analysé le contenu manifeste des discours et récits, et on a pu élaborer une catégorisation des termes relatifs à la lumière.

Dans une deuxième étape on a recueilli les mots qui ont le même sens ensemble, et suivant la fréquence de répétition du mot utilisé, on a donné à chaque catégorie de mot, un terme qui l’englobe

Nous avons classifié les mots en fonction de leur fréquence d’utilisation. Trois catégories ont été définies (Tableau VII. 01) :

- i)** des mots peu utilisés (occurrence inférieure à 50%) : homogénéité, intériorité, statique, grandeur, interaction, pluralité, confortable.
- ii)** des mots très utilisés (occurrence supérieure à 50%) : mouvement, révélation, orientation,
- iii)** des mots à pourcentage moyen (occurrence égale ou presque égale à 50) : formalisation, transparence-opacité, atmosphère, admission et la distribution, intégration, perspective lumineuse.

L’objectif de cette analyse c’est de trouver la syntaxe employée par l’architecte, afin d’appréhender les mots au mieux, cette recherche ne s’intéressera donc uniquement qu’aux mots a moyenne et forte fréquence d’utilisation dans le texte, soit celle supérieure ou égale à presque 50%.

**Tableau VII. 01 : les fréquences de répétition des sémantiques**  
**Source : Auteur, 2011.**

<b>M&lt;50%</b>		<b>M≈ 50%</b>		<b>M&gt;50%</b>	
Homogénéité	33%	Formalisation	50%	Mouvement	73%
Intériorité	27%	Transparence-opacité	50%	Révélation	57%
Statique	23%	Atmosphère	50%	Orientation	57%
Grandeur	23%	Admission et distribution	47%		
Interaction	23%	Intégration	47%		
Pluralité	20%	Perspective lumineuse	47%		
Confortable	10%				

**1.3.1. Les correspondances dans la sémantique des architectes :**

Pour étudier les associations entre les mots employés par les architectes, dans leurs textes ou dans ceux rapportés par les journalistes, on a fait une analyse des correspondances multiples entre les mots employés (Figure VII. 11).

Nous avons constaté un rapport entre trois grands ensembles de mots d’après les nuages obtenus : i) le mouvement et la révélation, i) la transparence et l’opacité, l’intégration, et l’atmosphère, et enfin iii) l’orientation, la formalisation, la perspective lumineuse, ainsi que l’admission et la distribution.

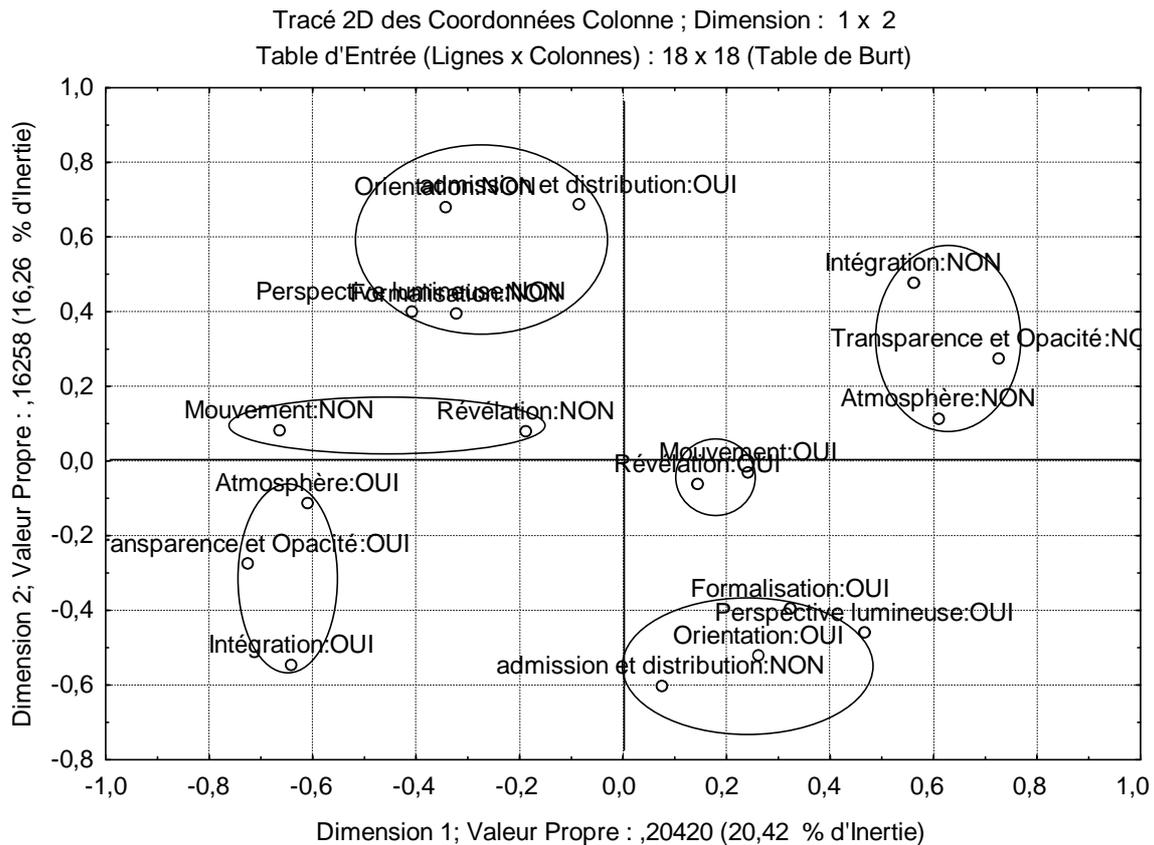


Figure VII. 11 : Les correspondances entre mots utilisées par les architectes  
 Source : Auteur, 2011.

**1.3.1.1. Mouvement et révélation :**

Dans dix-neuf cas d'étude, les mots mouvement et révélation sont souvent employés ensemble dans le même texte. Ceci dit, quand les architectes emploient pour décrire la lumière des mots comme : le mouvement, ou la variation, ou qu'ils disent qu'elle est changeante, ou qu'elle est un jeu, ils associent toujours des mots synonymes à révélation, mise en scène ou exposition.

On citera l'exemple du musée Bonnefanten museum, Maastricht pour Aldo Rossi décrit comme suit par un journaliste « Dans ce jeu d'opposition, la lumière fait lien. Flux changeant et mobile, elle révèle, rattache ou sépare le vide et le plein... ». (Antoniades, 1990, p. 56)

**1.3.1.2 Transparence et opacité, intégration, et atmosphère.**

Dans les textes on remarque que là où le continuum transparence-opacité, est accompagné des mots intégration, adaptation, et atmosphère. L'emploi de ce dernier renvoie à l'ensemble des qualificatifs utilisés par l'architecte pour décrire l'ambiance qui règne dont laiteux, éblouissant, accueillante, claire et sombre.

On citera pour ce cas d'étude l'exemple du musée de Jean Tinguely par Mario Botta. Le journaliste a décrit le travail de l'architecte avec la lumière naturelle comme suit : « Tout le souci de Botta était pour les formes dépouillées, les matériaux antiques comme la brique et le

jeu sur la lumière naturelle, la synthèse des différents paramètres de la conception architecturale est la suivante : Recherche d'un principe d'organisation de l'espace, Recherche d'agencement de la structure, Recherche de distribution de la lumière. Lourd-léger, massif-aérien, opaque-transparent, sombre-lumineux : c'est sur ces oppositions que se fonde le travail de l'architecte qui affirme que "de l'obscurité naît la lumière". (Gössel, 2001, p. 123)

**1.3.1.3. Orientation, formalisation, perspective lumineuse, admission et distribution.**

L'architecte emploie des mots comme : la formalisation, l'admission et la distribution ou la perspective lumineuse on les trouve souvent ensemble.

On citera l'exemple du texte du journaliste, qui a ainsi décrit l'utilisation de la lumière par Jean Nouvel : « Désormais, la lumière constituera la véritable matière première de l'architecture, pas une lumière qui souligne les formes mais une lumière plus complexe qui se diffracte, se réfléchit, se fragmente, se recompose, une lumière qui crée, dessine, métamorphose l'espace, qui le fait vivre, le donne à voir, le magnifie, la lumière qui joue des contrejour, creuse des profondeurs, génère une architecture dont la substance devient ainsi plus subtile, plus spirituelle, presque dépourvue de masse. » (Corcuff, 2007, p. 85)

**2. les topologies lumineuses et la sémantique des architectes (discontinuités /qualificatifs) :**

Suite aux discontinuités majeures résultantes de notre analyse séquentielle, et par la correspondance entre les différentes discontinuités, il est question dans ce qui suit d'étudier les correspondances entre les discontinuités majeures, et les mots à forte fréquence d'utilisation. Parmi ceux relatifs à la lumière naturelle dans le discours des architectes et ceux des journalistes (Tableau VII. 02).

**Tableau VII. 02 : Résumé des correspondances entre discontinuités lumineuses et sémantique**  
**Source : auteur, 2011**

Topologie lumineuse	La sémantique employée	Les discontinuités	Leurs états
Topologie 01	Mouvement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le type d'éclairage</li> <li>• La taille de la baie</li> </ul>	✓ Présence
Topologie 02	Révélation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'orientation de la baie</li> <li>• La taille de la baie</li> </ul>	✓ Présence
Topologie 03	Orientation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La position de la baie</li> <li>• La taille de la baie</li> </ul>	✓ Présence
Topologie 04	Admission et distribution	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La position de la baie</li> <li>• La taille de la baie</li> </ul>	☒ Absence
Topologie 05	Formalisation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le type d'éclairage</li> <li>• La taille de la baie</li> <li>• La position de la baie,</li> <li>• La forme de la baie</li> <li>• L'orientation</li> </ul>	✓ Présence
Topologie 06	Perspective lumineuse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La position de la baie</li> </ul>	✓ Présence

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• La taille de la baie</li> <li>• Le type d'éclairage</li> </ul>	
Topologie 07	Transparence et opacité	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le complément de vitrage</li> </ul>	✓ Présence

L'analyse des correspondances a révélé que les discours des architectes ou les écrits journalistiques renvoient tous à un certain nombre de discontinuités. Chaque ensemble de correspondances constitue un type de topologie. Quand l'espace muséal est caractérisé par des discontinuités de la position et de la taille de la baie, l'architecte emploie souvent des qualificatifs du genre : révélation, orientation, admission et distribution.

Lorsqu'il est caractérisé par des discontinuités de la taille de la baie et du type d'éclairage, on rencontre le mot : mouvement. Par contre, quand il emploie des discontinuités de la taille, de position, et d'orientation et de type d'éclairage, les architectes parlent de formalisation. En concevant l'espace avec des discontinuités de position et de taille de la baie, ainsi que du type d'éclairage, l'architecte parle de perspective lumineuse. Et quand il adapte des discontinuités du complément de vitrage, il parle de transparence et d'opacité.

Par ailleurs, il existe deux mots dans la sémantique des architectes qui ne correspondent pas avec les discontinuités trouvées : l'atmosphère et l'intégration. En effet le mot intégration a été employé par les architectes pour désigner l'évocation ou l'adaptation. C'est donc un paramètre qui dépend essentiellement du psychique de l'architecte. D'un autre côté, le mot atmosphère qualifie l'ambiance qui règne à l'intérieur. Nombreux sont les mots utilisés par les architectes pour décrire l'ambiance dans l'espace. Ils demeurent aussi des qualificatifs subjectifs.

#### **4. Interprétation :**

##### **4.1. Les discontinuités :**

Les résultats de l'analyse séquentielle, nous ont informés sur les discontinuités qui peuvent caractériser l'espace muséal, dans le musée où le parcours est linéaire.

Globalement, dans le corpus d'étude nous avons constaté des discontinuités inexistantes ou très faibles. Parmi les caractéristiques de l'espace, la seule discontinuité révélée est celle des parois abritant les baies latérales. Les musées concernés sont ceux appartenant au courant déconstructiviste. Il existe aussi de très faibles discontinuités des couleurs de la paroi. Il s'agit d'un seul cas d'étude en l'occurrence le musée Hergé, dont l'architecte (Portzamparc) appartient également au courant déconstructiviste.

Pour le reste des paramètres de la conformation, il n'existe pas de discontinuités. C'est en général des musées modernes de la nouvelle avant-garde, où l'architecte, par le biais de sa conception, cherche un espace morphologiquement serein sans inclinaison ni modification.

En ce qui concerne les autres discontinuités, celle majeure est l'orientation de la baie par rapport à la conformation. Ceci s'explique en générale par la modification du sens du

parcours. Le sens de la paroi suit automatiquement le sens du parcours muséal. De là l'ensemble des baies situées sur la paroi subissent une modification d'orientation.

Les discontinuités de la taille de la baie et de son type d'éclairage sont classées en deuxième position. Ceci dit, dans notre corpus d'étude quand le type d'éclairage change, la taille de la baie suit. Dans la majorité des cas de notre corpus, l'architecte fait varier la taille de la baie en passant de l'éclairage zénithal à celui latéral.

Aux deux paramètres, s'ajoute un troisième, qui est la proportion de la baie par rapport à la surface totale du plafond ou de la paroi. Quand les discontinuités de la proportion existent, cela renvoie à une qualification de la taille par l'architecte : une baie qui occupe, par exemple, les 2/3 de la paroi est une baie moyenne par rapport à celle qui occupe 3/3 de la paroi, considérée comme grande.

Ainsi nous avons constaté que la discontinuité la plus faible dans les caractéristiques de la baie est celle relative à sa forme. Ceci dit, dans le parcours, l'architecte fait en sorte que les baies du musée soient de la même forme, afin d'offrir un éclairage naturel homogène et uniforme. Les musées où il y'a ces faibles variations sont tous des musées du courant déconstructiviste.

#### **4.2 La sémantique :**

Les correspondances entre les mots utilisés révèlent que les architectes et les journalistes qui décrivent leurs œuvres, emploient souvent des mots de même sens pour qualifier la lumière naturelle dans l'espace. Dans une première catégorie de musée, l'architecte parle d'une lumière en mouvement lorsqu'elle révèle l'espace, lui dessine ses limites.

Ainsi, les architectes qui parlent de transparence et d'opacité, parlent aussi d'intégration et décrivent l'atmosphère.

La troisième catégorie quant à elle, nous informe sur la lumière en tant qu'élément fondamental de la forme. Lorsque la lumière oriente l'espace, elle se dessine à l'intérieur sur les parois, sur le sol, avec la même forme de la baie par où elle pénètre. Ces directions à l'intérieur de l'espace sont souvent le résultat d'un certain nombre d'action de propagation de la lumière que les architectes qualifient d'admission et distribution (réflexion, diffusion, distribution...). Ces actions renvoient à une formalisation de l'espace par la lumière. Cette dernière construit l'espace et lui donne de nouvelles limites et formes. Celles-ci, une fois signifiantes, deviennent des perspectives lumineuses. Qui s'explique par l'ouverture de l'espace.

#### **4.3. Les rapports entre discontinuités et sémantique :**

L'analyse des correspondances a révélé que les discours des architectes ou les écrits journalistiques renvoient tous à un certain nombre de discontinuités. Chaque ensemble de correspondances constitue un type de topologie.

Quand l'espace muséal est caractérisé par des discontinuités de la position et de la taille de la baie, l'architecte emploie souvent des qualificatifs du genre : révélation, orientation, admission et distribution.

Lorsqu'il est caractérisé par des discontinuités de la taille de la baie et du type d'éclairage, on rencontre le mot : mouvement. Par contre, quand il emploie des discontinuités de la taille, de position, et d'orientation et de type d'éclairage, les architectes parlent de formalisation.

En concevant l'espace avec des discontinuités de position et de taille de la baie, ainsi que du type d'éclairage, l'architecte parle de perspective lumineuse.

Et quand il adapte des discontinuités du complément de vitrage, il parle de transparence et d'opacité.

Par ailleurs, il existe deux mots de la sémantique des architectes qui ne correspondent pas avec les discontinuités trouvées : l'atmosphère et l'intégration. En effet le mot intégration a été employé par les architectes pour désigner l'évocation ou l'adaptation entre autres. C'est donc un paramètre qui dépend essentiellement du psychique de l'architecte. D'un autre côté, le mot atmosphère qualifie l'ambiance qui règne à l'intérieur. Nombreux sont les mots utilisés par les architectes pour décrire l'ambiance dans l'espace. Ils demeurent aussi des qualificatifs subjectifs.

**5. la quantité de l'éclairage surfacique et la vérification des topologies résultantes :**

**5.1. La discontinuité d'orientation :**

Nous avons pris comme exemple illustratif le musée d'Athènes par, le parcours est de type linéaire. Ceci le rend stable, si on prend le premier graphe (Figure VII.12) on constate que les courbes sont parfaitement parallèles et décroissantes varient entre 7000 et 2000lux pour l'orientation Ouest, ceci revoie à une stabilité des séquences avec un éloignement de la baie.

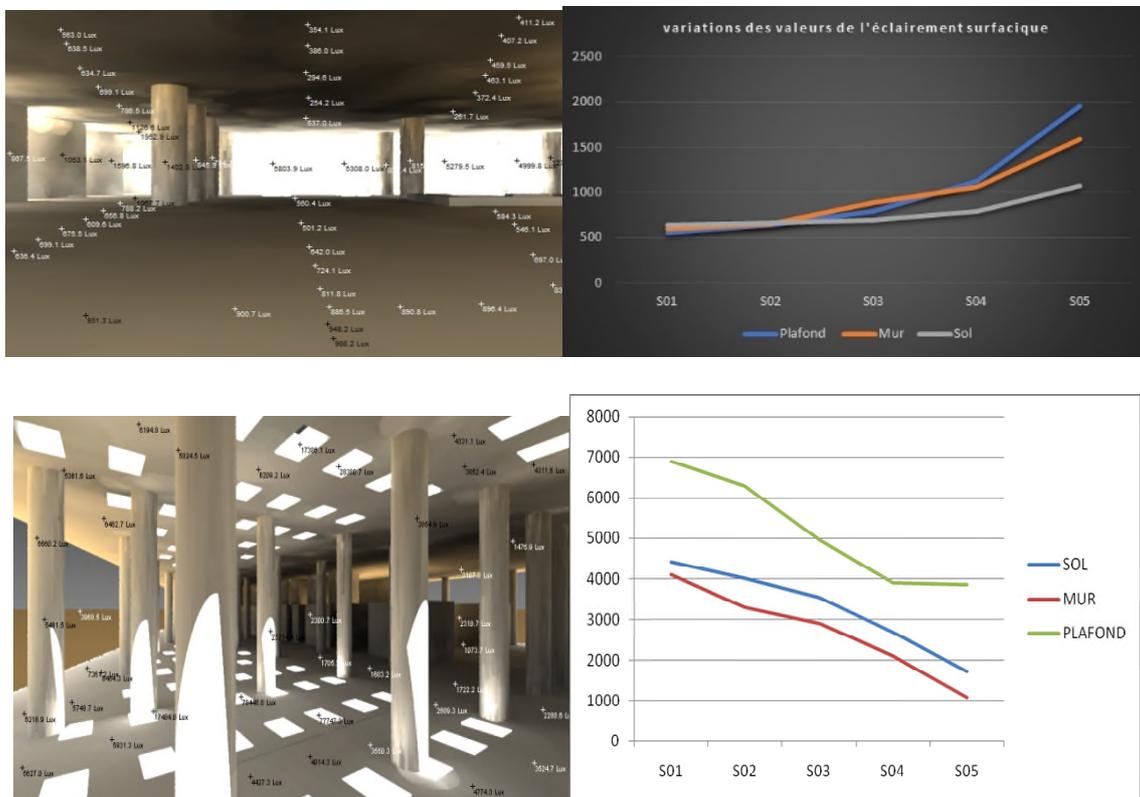


Figure VII. 12 ,13 : La vérification des topologies par l'éclairage surfacique.

Source : Auteur, 2017.

Le second graphe (Figure VII.13) représente une partie du parcours, où on constate que les courbes d'éclairage surfacique se croisent en passant d'une séquence à une autre et varient entre 400 et 1900lux pour l'orientation Ouest à 15h, les courbes sont dans un ordre croissant, ceci est due au caractère linéaire du parcours (l'heure ou la fréquentation et très élevée en période d'été).

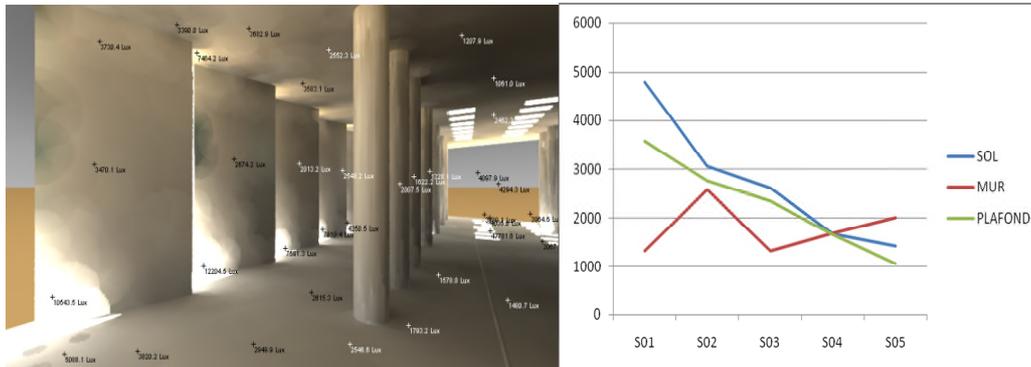


Figure VII. 14 : La vérification des topologies par l'éclairage surfacique.

Source : Auteur, 2017.

Pour le troisième graphe (Figure VII. 14) les courbes sont comprises entre 1000 et 5000 lux, elles ont tendance à s'éloigner, puis se rapprocher et enfin se croiser. Pour les trois premières séquences on a juste l'orientation Ouest, la variation de la quantité de lumière est due à la composante spatiale, quand on s'approche de la séquence 04 l'influence de l'orientation Nord commence ce qui justifie l'assombrissement du sol et du plafond.

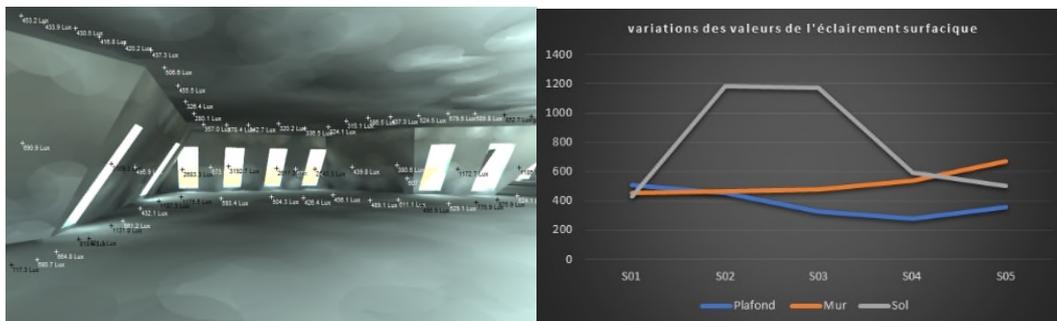


Figure VII. 15 : La vérification des topologies par l'éclairage surfacique.

Source : Auteur, 2017.

Les discontinuités d'orientation sont présentes aussi dans le musée d'Alvdal, nous constatons qu'il n'existe aucune stabilité entre les séquences, à cause de la variation des orientations des ouvertures, ceci met en exergue les discontinuités d'orientation dans ce cas d'étude.

### 5.2. La discontinuité de type d'éclairage :

La deuxième discontinuité remarquée est celle du type d'éclairage. Dans le même parcours une baie peut être en position horizontale ou verticale.

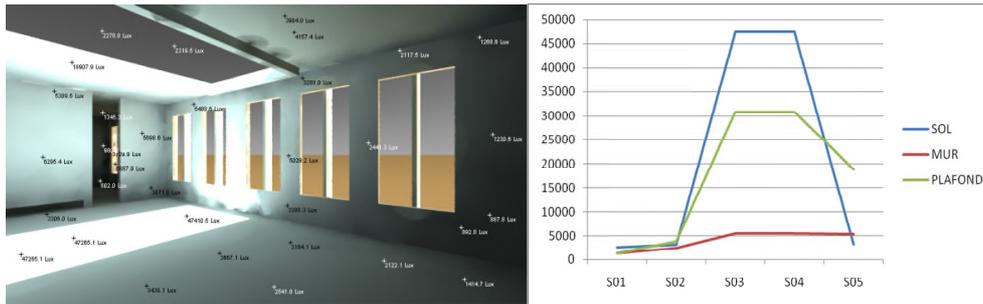


Figure VII. 16 : Les correspondances entre mots utilisées par les architectes

Source : Auteur, 2017.

Nous citons l'exemple du musée hydraulique d'Espagne qui confirme ça, on remarque dans le graphe (Figure VII.16) que pour un éclairage latéral stable, les séquences 01 et 02 ont le même intervalle 0 à 5000lux, dès qu'il y'a influence de l'éclairage zénithal, l'intervalle devient plus large, seul le mur gardera ces caractéristiques.

Pour le cas du musée d'histoire naturelle de paris, pour un parcours centré et l'heure de fréquentation de 14H00 du mois d'avril, nous avons constaté que pour le premier graphe (Figure VII.17) contenant juste l'éclairage zénithal, les courbes de l'éclairémentation surfacique sont parallèles, ceci renvoie au caractère de continuité des séquences (absence de discontinuité).

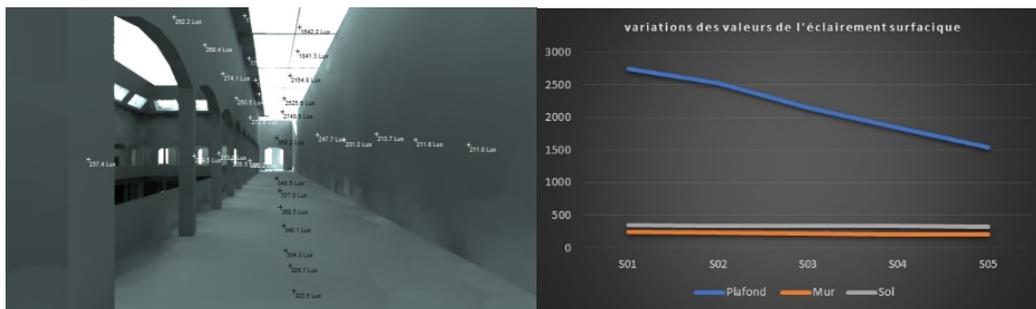


Figure VII. 17 : La vérification des topologies par l'éclairémentation surfacique.

Source : Auteur, 2017.

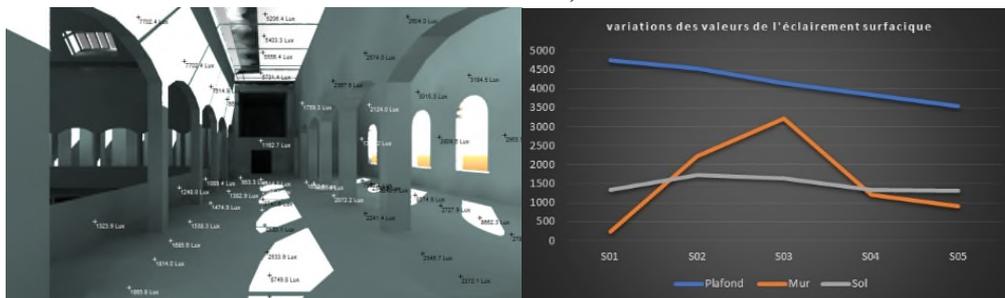


Figure VII. 18 : La vérification des topologies par l'éclairémentation surfacique.

Source : Auteur, 2017.

Dans le second graphe (Figure VII.18) les niveaux d'éclairémentation sont très variables entre les séquences successives, ceci est dû à l'existence de plusieurs baies latérales tout au long du parcours.

5.3. La discontinuité de la forme de la baie

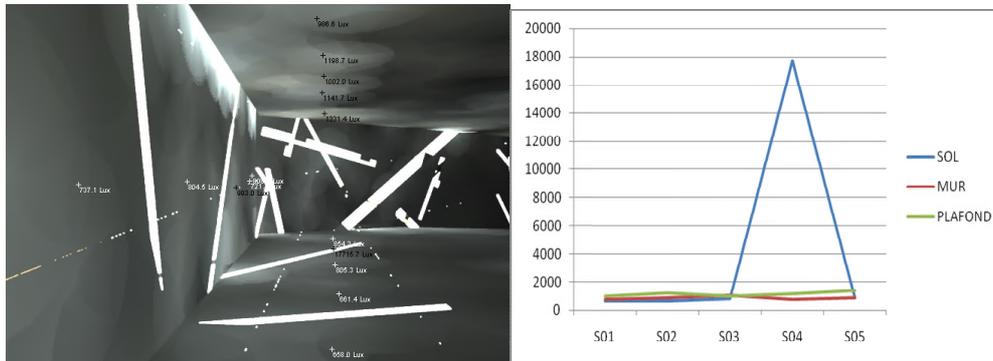


Figure VII. 19 : La vérification des topologies par l'éclairage surfacique.

Source : Auteur, 2017.

La forme de la baie peut provoquer un certain nombre de variation séquentielle dans le parcours. Cette variation de forme se manifeste à travers un changement partiel ou complet de la forme.

Ceci est confirmé dans le musée juif de Berlin (Figure VII.19), sur le même parcours, les séquences 01 02 03 ont pratiquement les mêmes répartitions de quantité de lumière 0 à 2000 lux, la forme de la baie est stable. À partir de la séquence 03 la courbe du sol augmente ceci est dû au changement de la forme de la baie.

5.4. La discontinuité de la proportion de la baie :

Une baie peut occuper une grande ou une petite surface du mur. La transformation dans les dimensions de la baie peut aussi faire l'objet de variation dans le parcours.

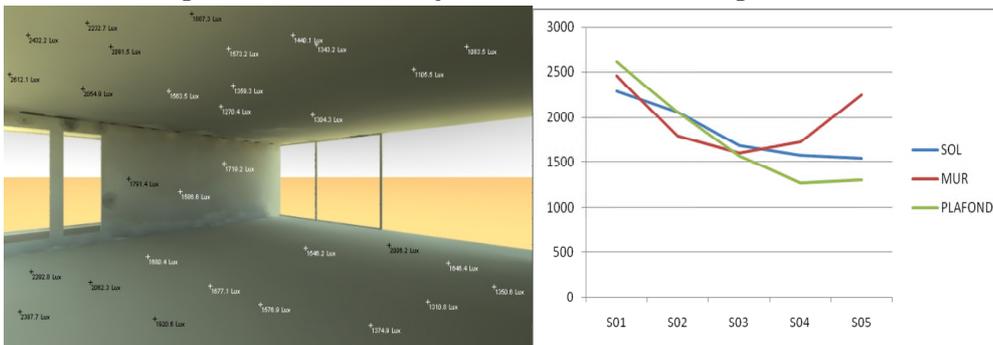


Figure VII. 20 : La vérification des topologies par l'éclairage surfacique.

Source : Auteur, 2017.

Ceci est confirmé dans le SAMMLUNG GOETZ, ou sur une partie du parcours la baie occupe toute la paroi, et dans l'autre le tiers, si on observe les courbes (Figure VII.20) on constate un intervalle de 1000 à 2500 lux, aucune séquence ne ressemble à l'autre.

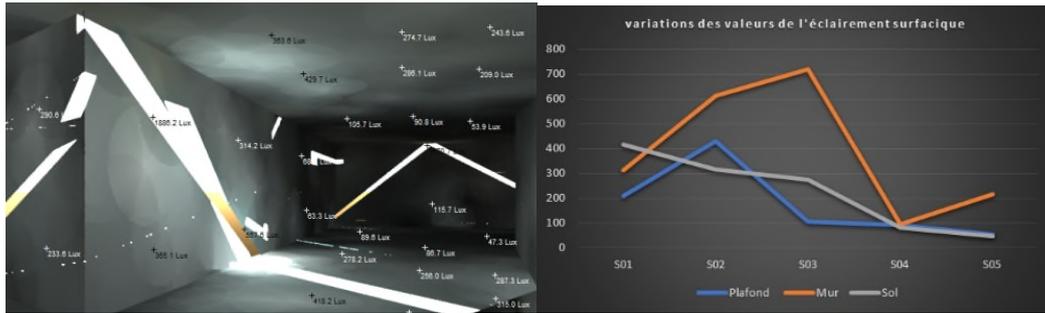


Figure VII. 21 : La vérification des topologies par l'éclairage surfacique.

Source : Auteur, 2017.

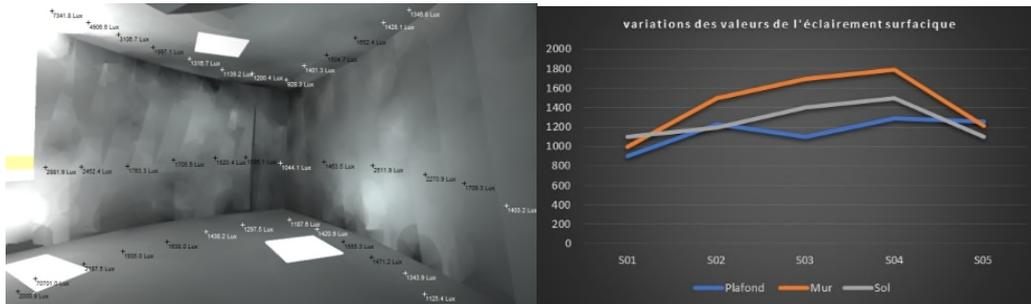


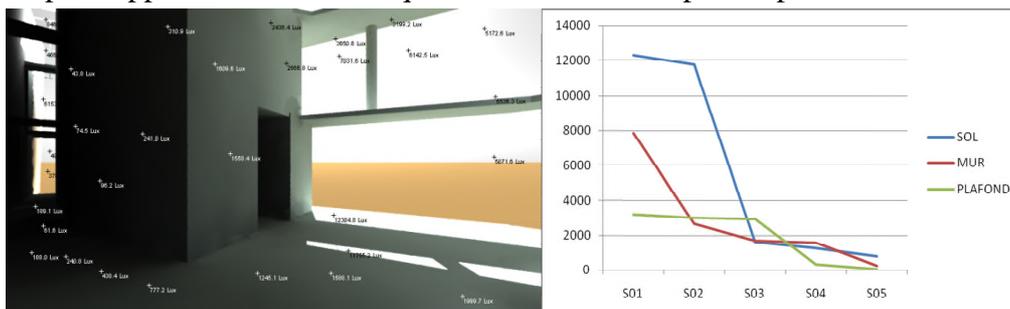
Figure VII. 22 : La vérification des topologies par l'éclairage surfacique.

Source : Auteur, 2017.

Nous avons remarqué ce type de discontinuité aussi dans les musées ayant un parcours labyrinthique, dans le premier graphe (Figure VII. 21), les courbes sont toutes variables, ce qui confirme l'existence de discontinuité dans cette partie du musée juif de Berlin. Pour le second graphe (Figure VII. 22), la stabilité est présente dans la séquence 03 et 04. Cependant, pour le reste des séquences, les courbes d'éclairage sont variables, et ceci caractérise les discontinuités des proportions de la baie dans le cas du musée de Bilbao.

### 5.5. La taille de la baie :

La taille de la baie peut aussi varier dans un grand nombre de séquences. Pour le cas du musée Hergué, au niveau du rez de chaussée on constate des discontinuités de la taille de la baie, ce qui engendre un graphe (Figure VII.23) à séquences variée. À l'étage par contre on constate dans le graphe que les séquences 01, 02, 03, sont stables, et ceci est dû à l'absence d'ouverture, pour le changement des quantités de lumière dans les séquences 04 et 05, on peut le justifier par l'apparition d'une baie qui redevient de taille petite après.



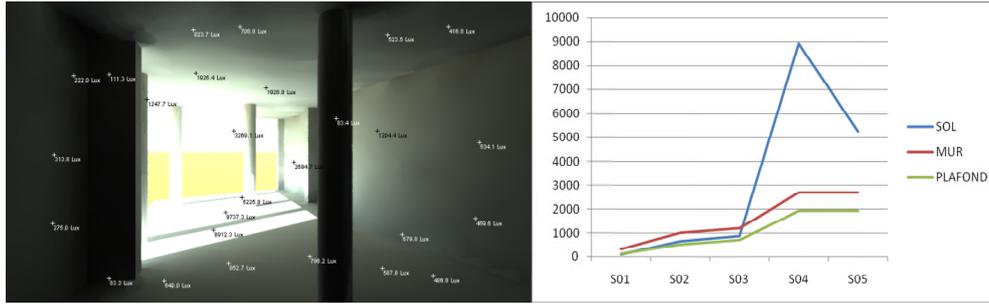


Figure VII. 23 : La vérification des topologies par l'éclairage surfacique.

Source : Auteur, 2017.

Le graphe (Figure VII.24) pour ce cas d'étude, montre une partie du parcours dans le musée du quai de Branly, où la taille de la baie varie tout au long du parcours. Nous remarquons donc une stabilité en croissance de l'éclairage surfacique au niveau du plafond et du sol, cependant au niveau de la paroi de la séquence, les valeurs sont très variable et c'est grâce à cette valeur que les discontinuités de la taille de la baie sont repérées.

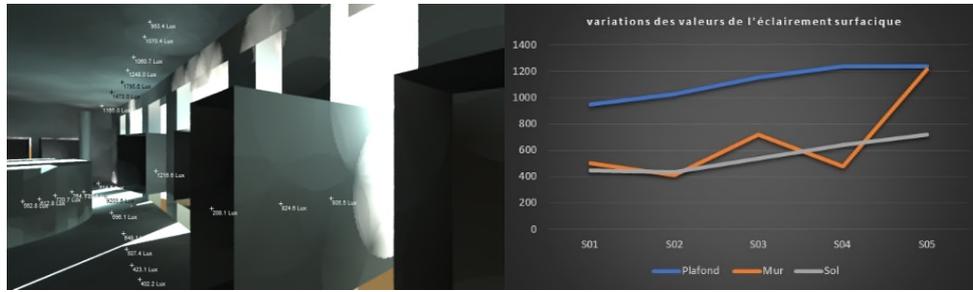


Figure VII. 24 : La vérification des topologies par l'éclairage surfacique.

Source : Auteur, 2017.

### 5.6. La position de la baie :

La position de la baie dans le mur peut aussi varier, parce que dans le même parcours, on passe d'une ouverture basse, à une autre haute.

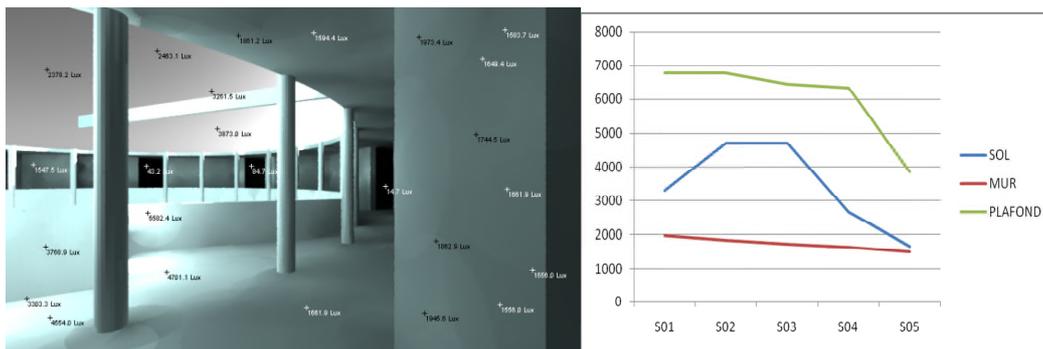
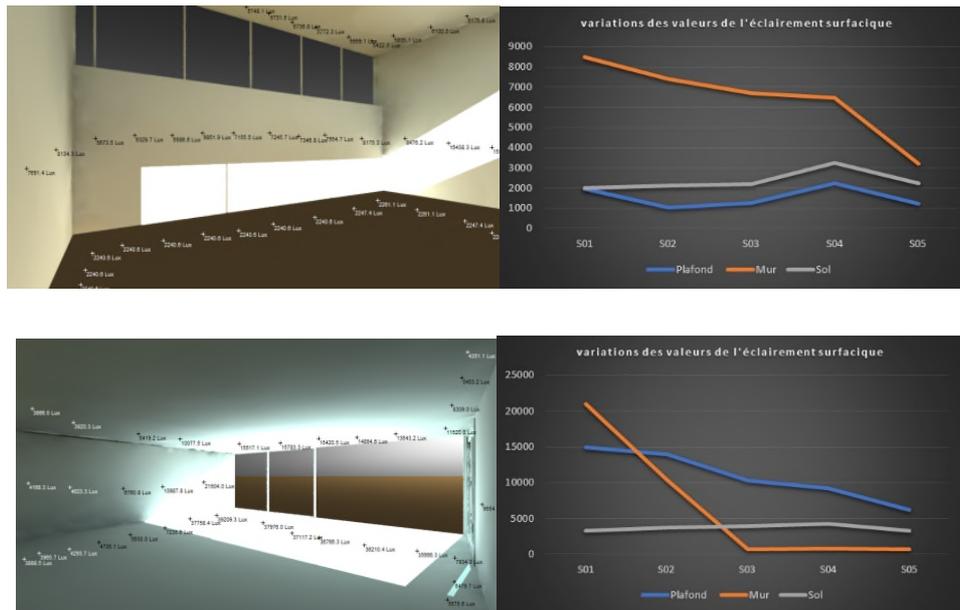


Figure VII. 25 : La vérification des topologies par l'éclairage surfacique.

Source : Auteur, 2017.

Dans le Musée historique de Salzbourg pour un éclairage par lucarne latérale les courbes (Figure VII. 25) sont stables dans le même intervalle, et le plafond est l'élément le plus éclairé.

La stabilité entre la séquence 2 et 3 est dû à l'existence d'une ouverture zénithal.



**Figure VII. 26 : La vérification des topologies par l'éclairage surfacique.**  
 Source : Auteur, 2017.

Nous avons aussi constaté ce genre de discontinuité au musée SAMMLUNG GOETZ et pour le premier graphe, nous remarquons qu'au niveau du rez de chaussée, les courbes (Figure VII.26) sont parallèles ceci est dû à l'absence de discontinuités. Pour le graphe du niveau 01, dans les trois premières séquences nous remarquons que la courbe de l'éclairage surfacique du mur est dans un sens décroissant, ceci renvoie à l'existence de discontinuité de la position de la baie qui occupe la partie haute de la paroi, pour le reste des séquences, la baie se situe au milieu de la paroi et ceci réduit l'éclairage surfacique au niveau de la paroi de la séquence.

**Synthèse :**

L'analyse séquentielle nous a permis d'identifier les discontinuités qui peuvent caractériser l'ambiance lumineuse dans nos musées, l'analyse multivariée entre les différentes variables des discontinuités a révélé des correspondances entre elles. Nous les résumons comme suit :

Dans les musées à parcours linéaire de notre corpus d'étude, nous avons pu observer trois typologie de topologie lumineuse, qui sont celles liées à la proportion de la baie, celles en relation avec la position de la baie, et enfin celle en relation avec sa taille.

Il est à remarquer aussi que pour les musées à parcours mixte ou labyrinthique, il existe quatre typologies de topologies lumineuses, celles liées aux compléments de vitrage utilisé pour la baie, celles de la forme de la baie, celles de son orientation, et enfin celles du type d'éclairage.

Pour les musées dont le parcours est centré, nous avons remarqué la non existance de discontinuités topologiques lumineuses liées à la position de la baie, à la proportion de la baie, et à sa taille.

**Conclusion :**

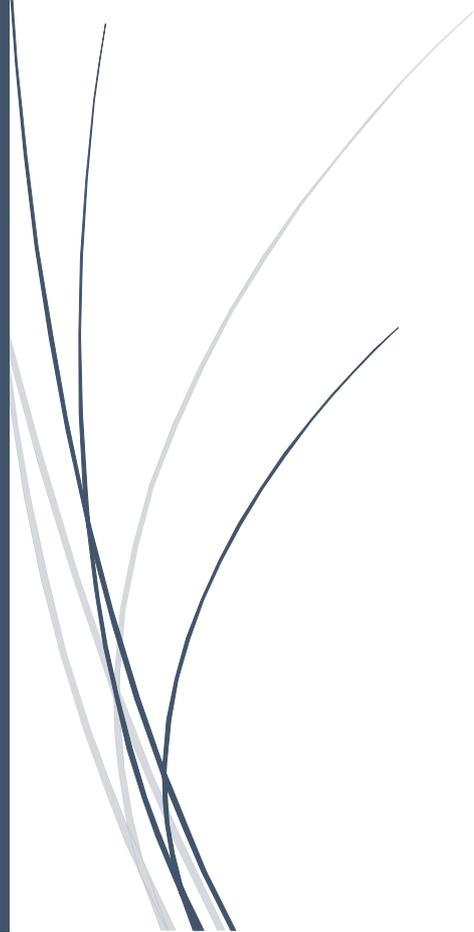
Ce présent chapitre vient appuyer et consolider un travail effectué auparavant par nos soins lors d'un magister traitant les topologies lumineuses et qui s'est soldée par la mise en exergues de discontinuités existantes au sein des musées abordés, il nous a également permis de conférer des qualificatifs relatifs à chaque situation de topologie lumineuse. Des données nécessaires pour exprimer ultérieurement toute éventuelle situation dans d'autres produits architecturaux ou la lumière s'impose comme paramètre indispensable à la réussite du projet.

Cependant, le travail en question nous semblé resté relativement théorique, nous interpellant ainsi à assoir des assises scientifiques pour affiner d'avantage les résultats autour du paramètre de la lumière. C'est pourquoi nous avons jugé judicieux de compléter le travail initial, par des simulations via le logiciel radiance, qui nous a permis de visualiser les topologies lumineuses, ce qui a rendu ces dernières plus intelligibles.



CHAPITRE 08

**LES DISCONTINUITES DES  
SEQUENCES SONORES MUSEALES**



**Introduction :**

Ce chapitre traite des séquences sonore, après avoir positionner les sources sonores et réglé leurs hauteur et intensité, nous avons procédé à une simulation gardant en image les champs des ondes sonores globales afin qu'on puisse les analyser après.

La simulation par surface d'incidence viendra confirmer celles des largeurs d'onde, son utilisation nous a beaucoup aider à confirmer les résultats de la première et à avoir d'autre caractéristiques sur les types de sons, et la nature et comportement de l'onde sonore.

Pour le choix du type des séquences, nous avons utilisé la position des sources sonores et leur direction par rapport au parcours de visite, en prenant en considération les orientations.

**1. Lecture du cas par cas :****1. 1 Les musées situés en France :****1.1.1 Musée départemental de la préhistoire (Roland Simounet 1981) :**

- **Parcours et séquences :**

Le parcours se caractérise par 10 séquences sonores, qui dépendent de la position temporaire du guide de visite, nous observons le type 01 au démarrage de la visite ou la source est dans l'espace le plus large extra parcours. Le type 02 correspond aux séquences sonores dans le sens de la longueur par rapport au plan, et le type 03, dans l'espace le plus large du parcours, et enfin le type 04 ou on a un espace situé dans le sens de la largeur par rapport au plan (Tableau VIII. 01).

**Tableau VIII. 01 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée**  
Source : Auteur, 2016.

<i>Le parcours</i>	<i>Le nombre de séquences</i>
Type 01	01
Type 02	03
Type 03	02
Type 04	04
Total	10

- **Les caractéristiques des séquences :**

**1. La source sonore :**

Les sources sonores sont de la même direction du parcours et ce dans 70% des séquences, cependant les sources sonores changent d'orientation dans 80% des séquences.

**2. Les caractéristiques de l'onde sonore :**

Il n'existe pas de discontinuités de caractéristiques de l'onde sonore pour ce cas d'étude.

**3. Les caractéristiques des sons selon les surfaces d'incidences :**

D'après l'analyse bivariée, nous avons une dominance de son utile moyen par rapport aux surfaces d'incidence, et l'absence de l'écho, la présence de l'écho revoit à une forte présence du son utile (Figure VII. 01).

Lorsque le son utile est présent de manière forte, nous constatons une faible réverbération dans l'espace, mais lorsque le son utile est moyen nous avons une réverbération moyenne. (Figure VII. 02, 03, 04).

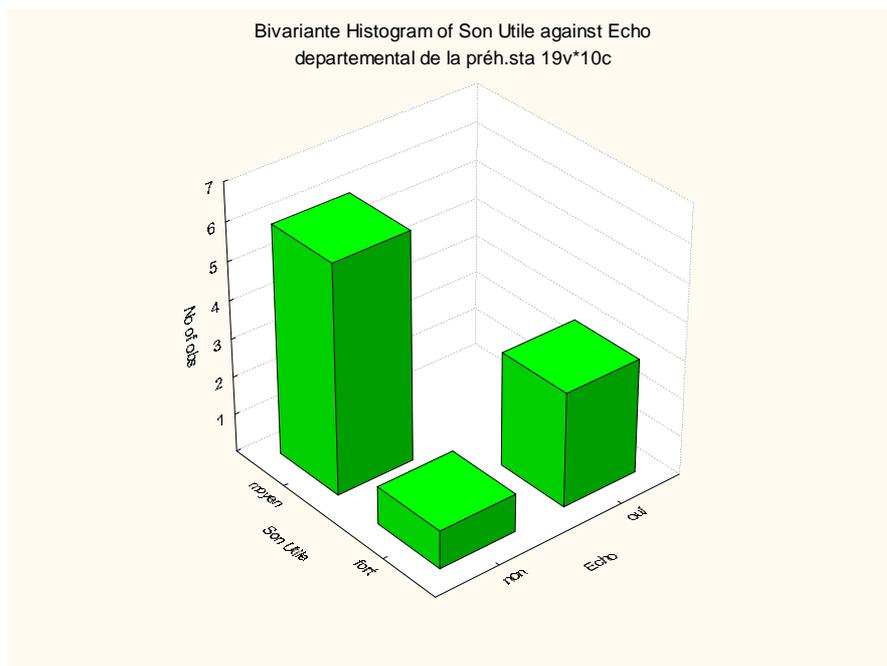


Figure VIII. 01 : Correspondance entre le son utile et l'écho  
 Source : Auteur, 2016

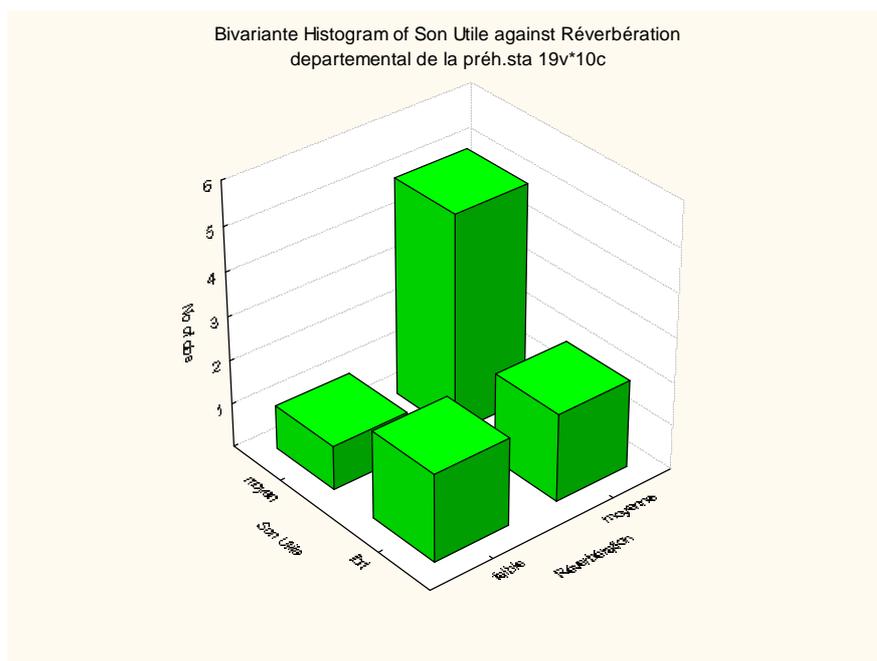


Figure VIII. 02 : Correspondance entre le son utile et la réverbération  
 Source : Auteur, 2016

4. Les caractéristiques de la conformation :

Il n'existe pas des discontinuités quant à cette caractéristique.

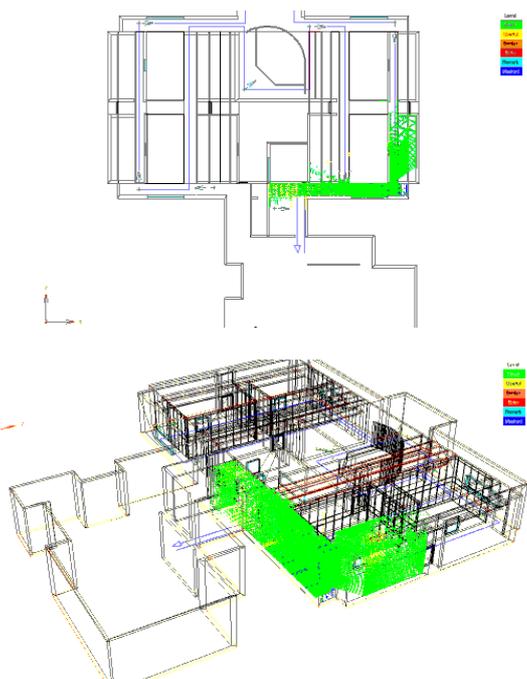


Figure VIII. 03 Séquence 02 par surfaces d'incidence  
Source : Auteur, 2016.

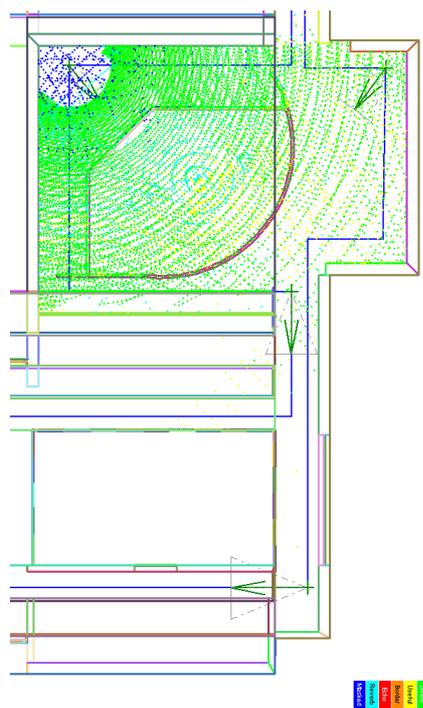


Figure VIII. 04 : Séquences 06 par surfaces d'incidence Source : Auteur, 2016

**1.1.2. Musée des Beaux-Arts de Grenoble (Olivier Félix-Faure, Antoine Félix-Faure et Philippe Macary Lorenzo Piqueras. 1990-1994) :**

• **Parcours et séquences :**

Le parcours se caractérise par 13 séquences sonores, qui sont réparties comme suit : le type 01 dont la source forme un angle de 45° avec le parcours on note le plus grand nombre qui est 09 séquences. Le type 02 correspond aux séquences sonores qui sont de la même direction du parcours est on a 02, et le type 03 ou la source devient extra parcours, et enfin le type 04 ou la source fait 90° avec le parcours (Tableau VIII. 02).

Tableau VIII. 02 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée  
Source : Auteur, 2016.

Le parcours	Le nombre de séquences
Type 01	09
Type 02	02
Type 03	01
Type 04	01
Total	13

• **Les caractéristiques des séquences :**

**1.La source sonore :**

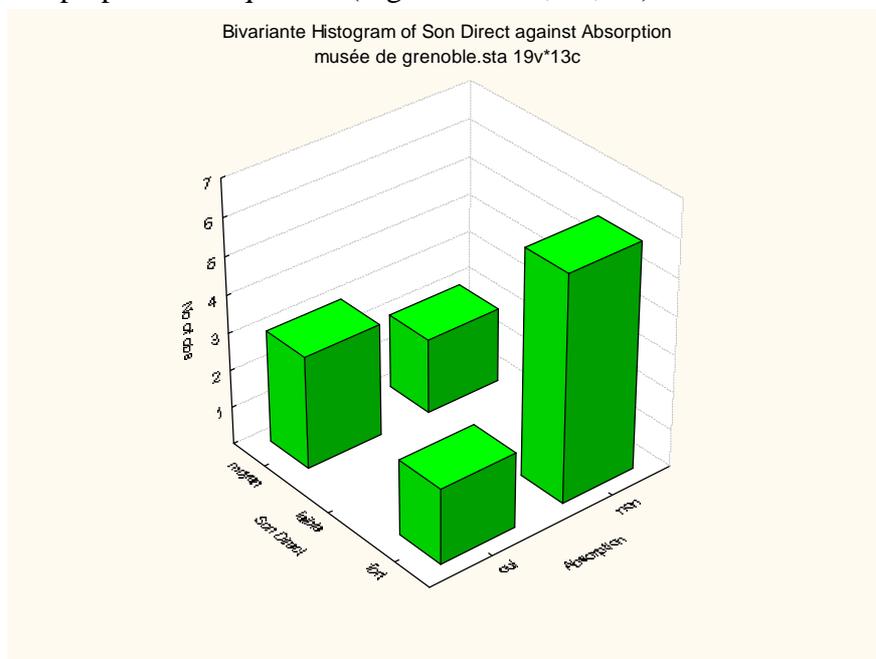
Les sources sonores changent d'orientation dans 69% des séquences, et elles ne suivent pas l'orientation du parcours dans 77% des cas.

**2.Les caractéristiques de l'onde sonore :**

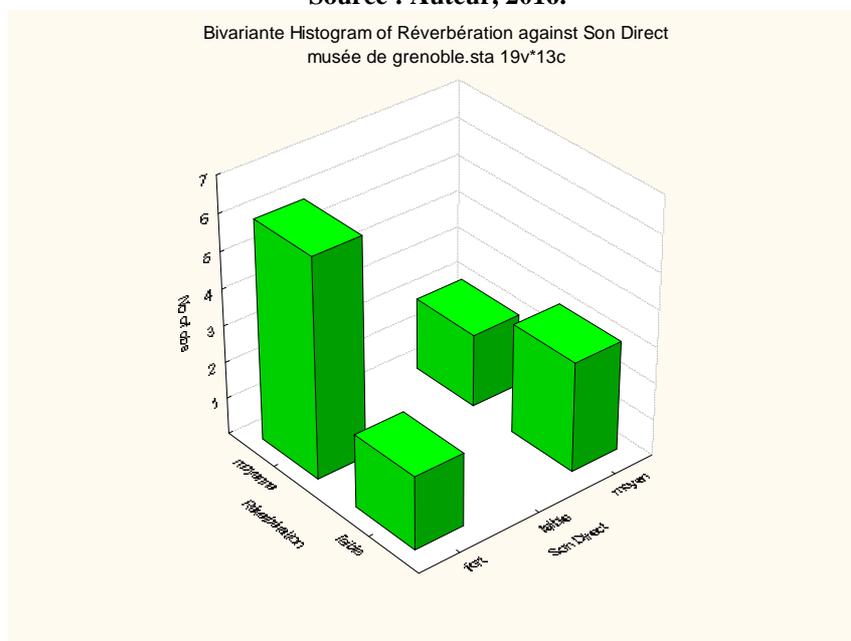
Il n'existe pas des discontinuités dans les caractéristiques de l'onde sonore, sauf pour le cas de l'absorption ou l'on constate une faible présence de 38%.

**3. Les caractéristiques des sons selon les surfaces d'incidences :**

Les discontinuités du son direct sont liées à deux paramètres, le premier est l'absorption, qui lorsque le son direct est fort, nous constatons qu'elle a tendance à s'affaiblir (Figure VII. 05). Le second paramètre est la réverbération qui lorsque le son direct est fort son taux est moyenne dans la plupart des séquences (Figure VII. 06, 07, 08).



**Figure VIII. 05 : Correspondance entre le son direct et l'absorption**  
 Source : Auteur, 2016.



**Figure VIII. 06 : Correspondance entre le son direct et réverbération**  
 Source : Auteur, 2016



Figure VIII. 07 : Séquence 02 par surfaces d’incidence  
Source : Auteur, 2016.



Figure VIII. 08 : Séquence 09 par surfaces d’incidence  
Source : Auteur, 2016.

**4. Les caractéristiques de la conformation :**

Il n’existe pas des discontinuités quant à cette caractéristique.

**1.1.3. Musée national de Tayac (Jean-Pierre Buffi 1985-2004) :**

• **Parcours et séquences :**

Le parcours se compose de 07 séquences sonores, qui sont réparties comme suit : le type 01 c’est les sources qui forment un angle de 45° avec le parcours on note le nombre de 04 séquences. Le type 02 correspond aux séquences sonores qui sont de la même direction du parcours est on a 03. (Tableau VIII. 03)

Tableau VIII. 03 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée  
Source : Auteur, 2016.

Le parcours	Le nombre de séquences
Type 01	04
Type 02	03
Total	07

• **Les caractéristiques des séquences :**

**1 . La source sonore :**

Les sources sonores changent d'orientation dans 86% des séquences du parcours, et elles ne suivent pas la direction du parcours dans 57% de séquences.

**2. Les caractéristiques de l'onde sonore :**

Il n'existe pas de discontinuités liées aux caractéristiques de l'onde sonore pour ce cas d'étude.

**3. Les caractéristiques des sons selon les surfaces d'incidences :**

Il n'existe pas beaucoup de variation quant aux caractéristiques des sons selon les surfaces d'incidence, toutes les séquences ont les mêmes caractéristiques à 86%, il existe une seule séquence ou l'on constate que le son utile et la réverbération sont moyens (Figure VII. 09).

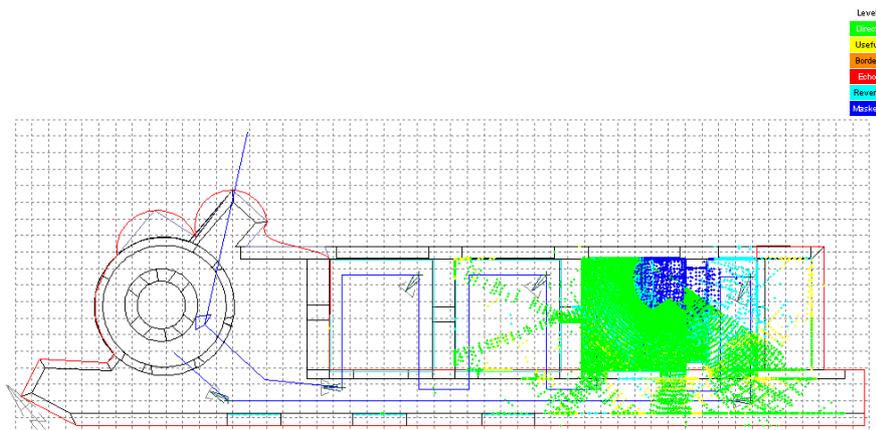


Figure VIII. 09 : Séquence 04 par surfaces d'incidence  
Source : Auteur, 2016.

**4. Les caractéristiques de la conformation :**

Nous avons constaté une irrégularité des caractéristiques géométriques dans 29% des séquences.

**1.1.4. Musée du quai de Branly Nouvel (Jean Nouvel 2006) :**

• **Parcours et séquences :**

Le nombre de séquence est considérable 38 séquences au totale, répartie sur le RDC avec 17 séquences, ou les sources suivent toutes la direction du parcours.

Pour l'étage nous remarquons le même nombre de séquences répartie sur trois types, type 02 est le parcours de la partie Est, le type 03 est celui du milieu, et le type 04 est celui de l'Ouest. (Tableau VIII. 04)

Tableau VIII. 04 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée  
Source : Auteur, 2016.

Le parcours	Le nombre de séquences
Type 01	17
Type 02	07
Type 03	07
Type 04	07
Total	38

• **Les caractéristiques des séquences :**

**1. La source sonore :**

Absence totale des discontinuités d'orientation et de direction des sources sonores dans ce cas d'étude.

**2. Les caractéristiques de l'onde sonore :**

Les discontinuités de l'onde sonore sont inexistantes pour ce cas d'étude à par celle de la diffraction avec un pourcentage minime de 5%.

**3. Les caractéristiques des sons selon les surfaces d'incidences :**

Lorsque le son utile est faible, nous constatons une réverbération moyenne dans la plupart des séquences sonores (Figure VII. 10,11,12,13).

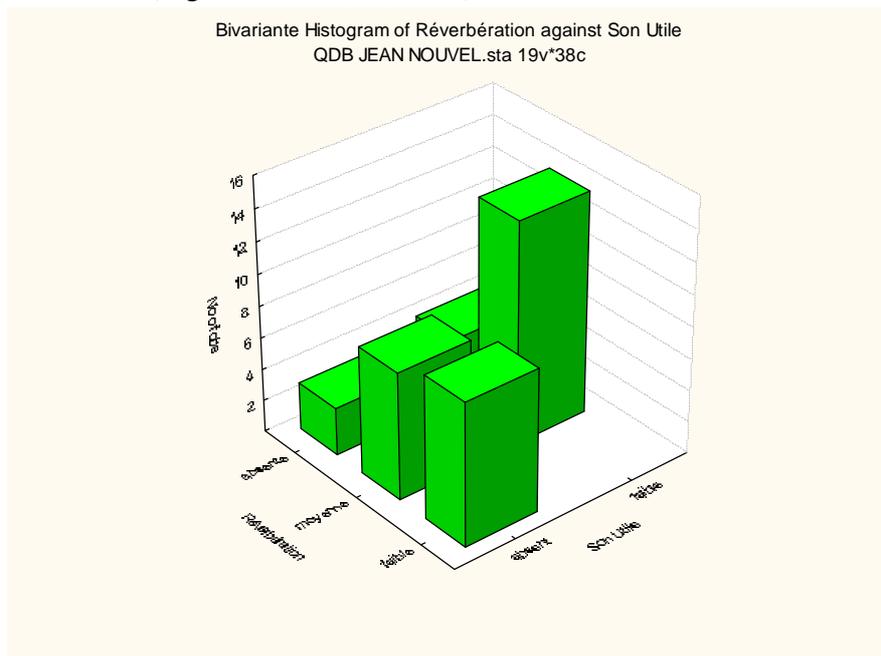


Figure VIII. 10 : Correspondance entre le son utile et réverbération  
Source : Auteur, 2016.

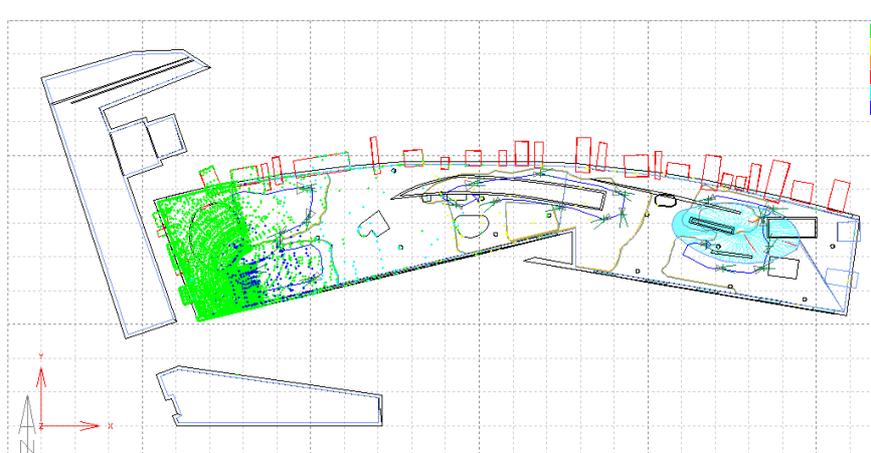


Figure VIII.11 : Séquence 01 ETAGE par surfaces d'incidence  
Source : Auteur, 2016.

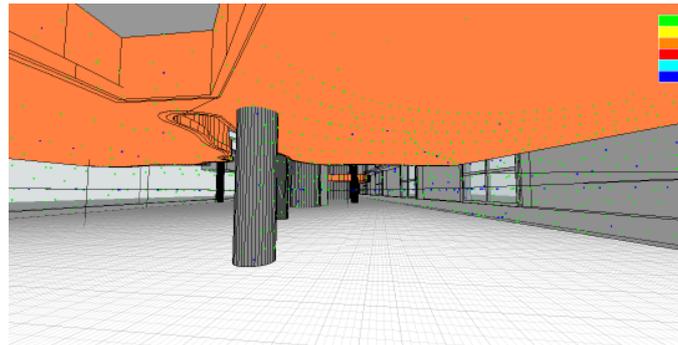


Figure VIII. 12 : Séquence 13 par surfaces d’incidence  
Source : Auteur, 2016.

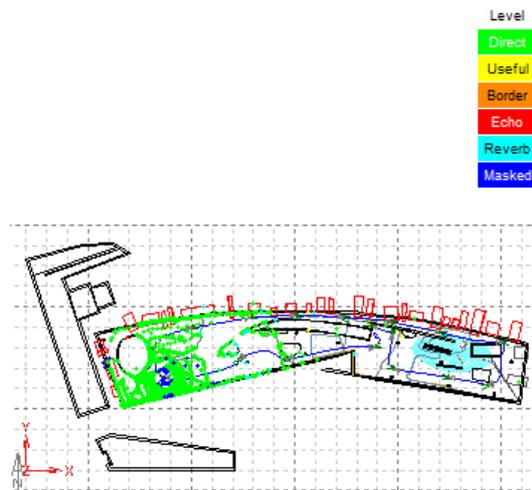


Figure VIII. 13 : Séquence 13 par surfaces d’incidence  
Source : Auteur, 2016.

**4. Les caractéristiques de la conformation :**

Il n’existe pas de discontinuité dans les caractéristiques de la conformation, toutes les séquences sont caractérisées par une géométrie irrégulière.

**1.1.5. Musée de l’histoire naturelle (Paul Chemetov et Borja huidobro 1987-1993) :**

• **Parcours et séquences :**

Le parcours se caractérise par 10 séquences sonores, ou toutes les sources suivent le parcours (Tableau VIII. 05).

Tableau VIII. 05 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée  
Source : Auteur, 2016.

<i>Le parcours</i>	<i>Le nombre de séquences</i>
Type 01	10
Total	10

- **Les caractéristiques des séquences :**

**1. La source sonore :**

Les discontinuités de l'orientation et de la direction des sources sonore caractérisent 10% des séquences.

**2. Les caractéristiques de l'onde sonore :**

Absence des discontinuités de caractéristique de l'onde sonore.

**3. Les caractéristiques des sons selon les surfaces d'incidences :**

Absence de discontinuités des caractéristiques des sons selon les surfaces d'incidences, nous pouvons cependant citer la faible présence de l'écho dans 02 séquences, ce qui présente un taux de 20% de discontinuité (Figure VII. 014).

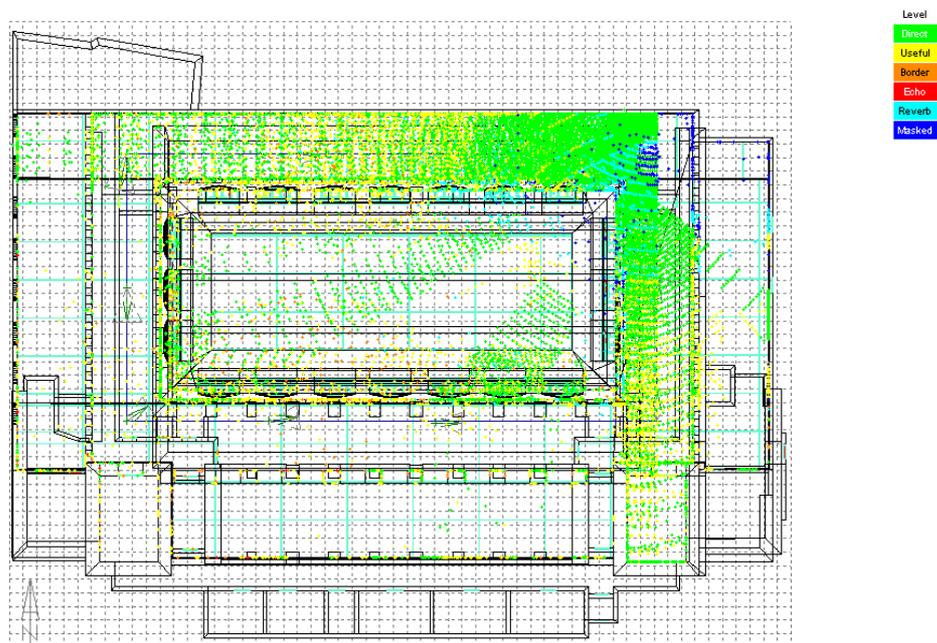


Figure VIII. 14 : Séquence 04 par surfaces d'incidence

Source : Auteur, 2016.

**4. Les caractéristiques de la conformation :**

Il n'existe pas de discontinuité dans les caractéristiques de la conformation, toutes les séquences sont caractérisées par une géométrie régulière.

**1.1.6. Concours MQB Rudy Ricciotti 1994 :**

• **Parcours et séquences :**

Le parcours se caractérise par 17 séquences sonores, qui sont réparties comme suit au RDC : le type 01 dont la source suit le parcours on note le plus grand nombre qui est 07 séquences. Le type 02 correspond aux sources extra parcours. Au niveau de l'étage on a le type 03 des sources extra parcours, le type 04 la même direction du parcours et enfin le type 05 ou la source fait 45° avec le parcours (Tableau VIII. 06).

**Tableau VIII. 06 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée**  
Source : Auteur, 2016.

<i>Le parcours</i>	<i>Le nombre de séquences</i>
Type 01	07
Type 02	01
Type 03	02
Type 04	04
Type 05	03
Total	17

• **Les caractéristiques des séquences :**

**1. La source sonore :**

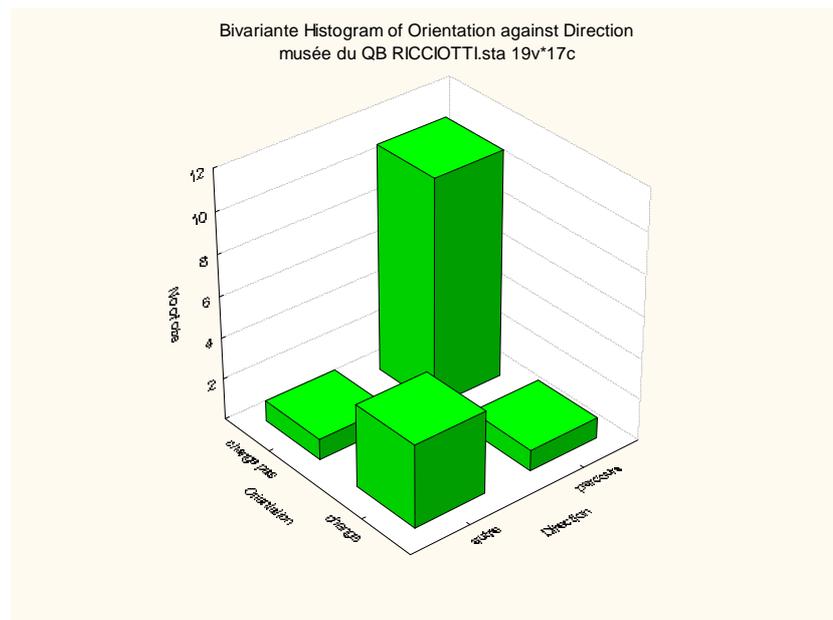
Les sources sonores ne changent pas d'orientation, et suivent la direction du parcours dans 71% séquences du parcours,

**2. Les caractéristiques de l'onde sonore :**

Les caractéristiques de l'onde sonore demeurent inchangeables dans toutes les séquences, cependant, nous avons constaté une faible présence de réfraction et de transmission parasite à 35%.

**3. Les caractéristiques des sons selon les surfaces d'incidences :**

Nous avons remarqué que Les taux d'écho (76%) et de réverbération (100%) sont importants dans les séquences sonores ou le son direct est fort (71%). (Figure VII. 15,16, 17,18))



**Figure VIII. 15 : Correspondance entre la direction de la source sonore et son orientation**  
Source : Auteur, 2016.

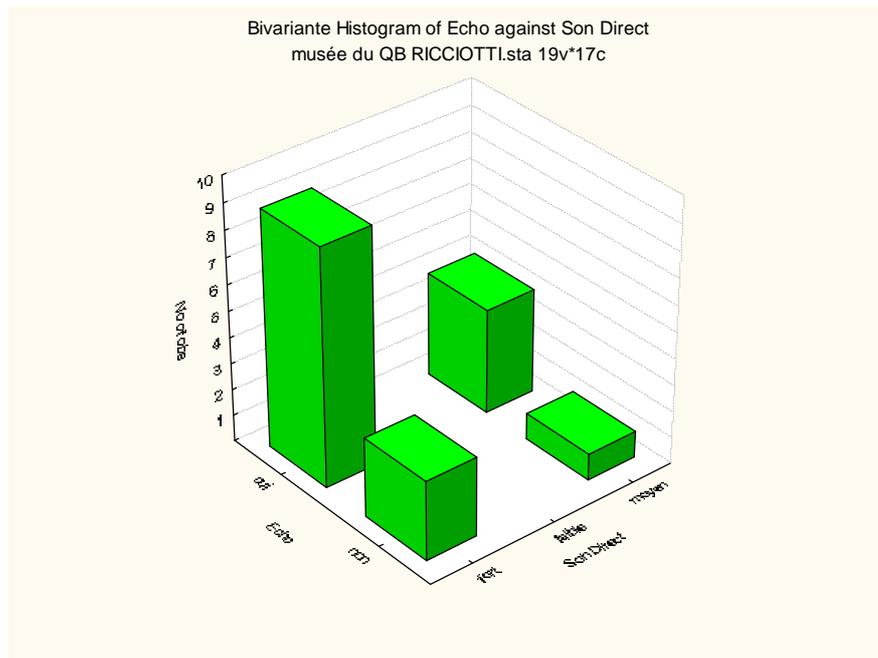


Figure VIII. 16 : Correspondance entre le son direct et l'écho  
Source : Auteur, 2016.

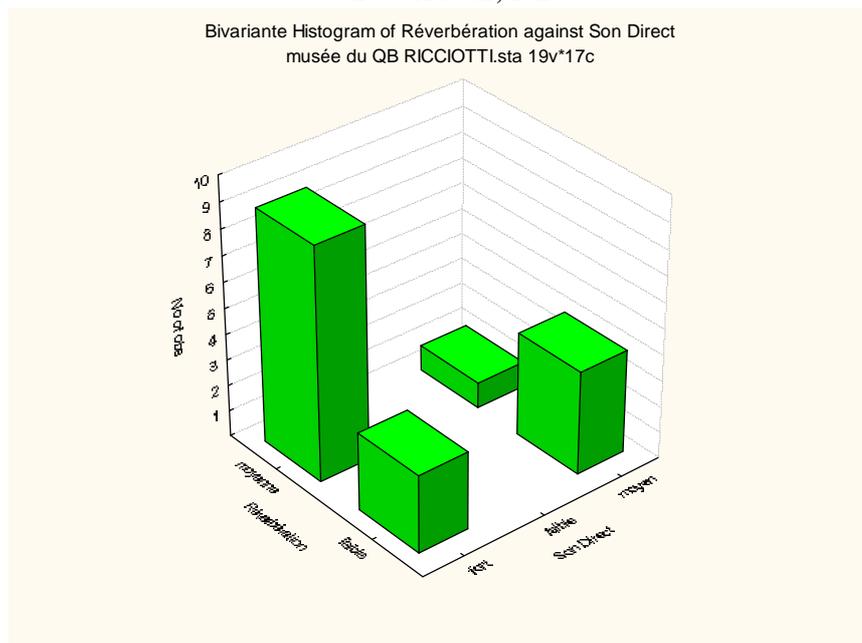


Figure VIII. 17 : Correspondance entre le son direct et la réverbération  
Source : Auteur, 2016.

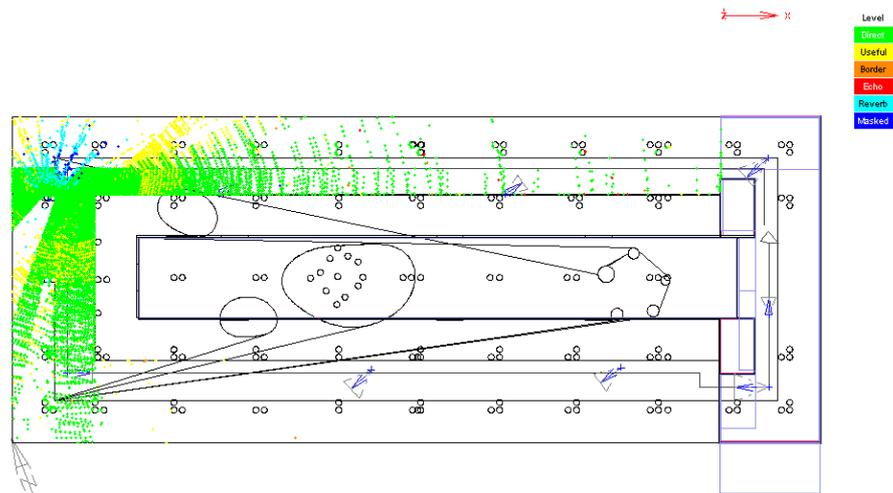


Figure VIII. 18 : Séquence 12 par surfaces d'incidence  
Source : Auteur, 2016.

**4. Les caractéristiques de la conformation :**

Il n'existe pas de discontinuité dans les caractéristiques de la conformation.

**1.2. Les musées situés en Allemagne :**

**1.2.1. Musée SAMMLUNG GOETZ Munich (Jacques Herzog and Pierre de Meuron 1989-1992) :**

• **Parcours et séquences :**

Tableau VIII. 07 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée  
Source : Auteur, 2016.

Le parcours se compose de 28 séquences sonores, qui sont réparties comme suit au RDC : le type 01 dont la source suit le parcours on note 12 séquences. A l'étage 01 le type 02 correspond aux sources suivant le parcours on a 09 séquences, le type 03 ou nous avons 03 sources extra parcours. Au niveau de l'étage 2 on a le type 04 des sources qui suivent le parcours avec une rotation de 90 (Tableau VIII. 07).

<i>Le parcours</i>	<i>Le nombre de séquences</i>
Type 01	12
Type 02	09
Type 03	03
Type 04	04
Total	28

• **Les caractéristiques des séquences :**

**1. La source sonore :**

Les sources sonores suivent la direction du parcours dans toutes les séquences, et leurs orientations ne changent pas dans 82% des séquences.

**2. Les caractéristiques de l'onde sonore :**

Absence des discontinuités de caractéristique de l'onde sonore.

**3. Les caractéristiques des sons selon les surfaces d'incidences :**

Dans la plupart des séquences sonore quand le son utile est fort la réverbération est moyenne (Figure VII. 19, 20).

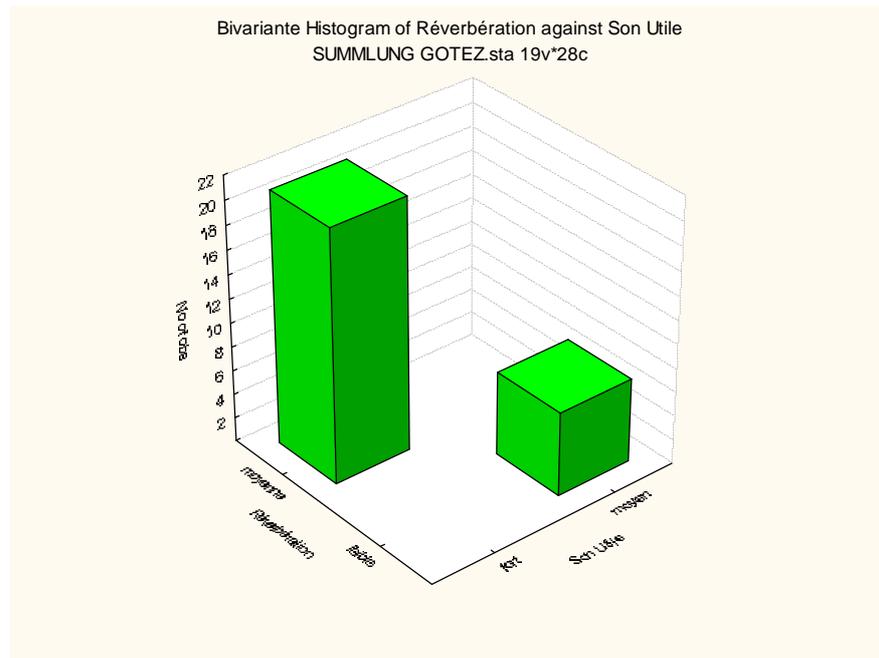


Figure VIII. 19 : Correspondance entre le son utile et la réverbération  
Source : Auteur, 2016.

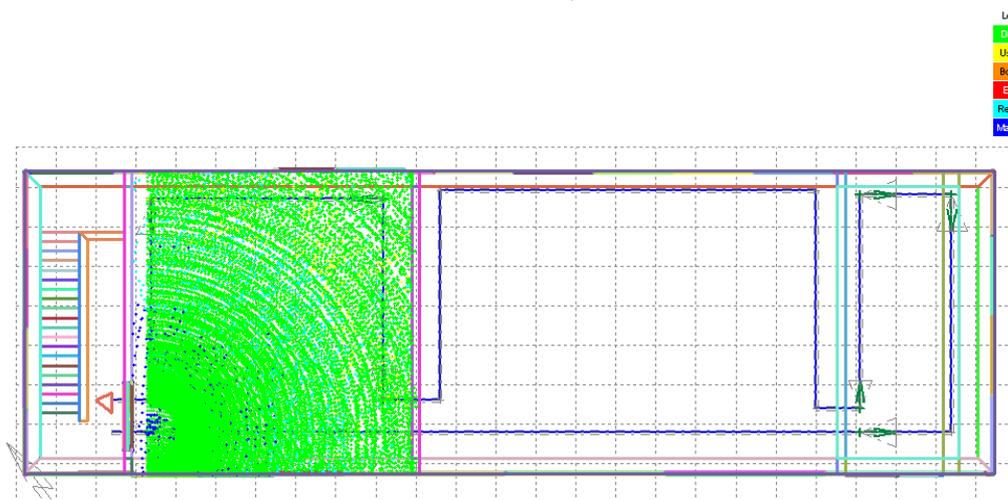


Figure VIII. 20 : Séquence 02 étage par surfaces d'incidence  
Source : Auteur, 2016

#### 4. Les caractéristiques de la conformation :

Il n'existe pas de discontinuité dans les caractéristiques de la conformation.

**1.2.2. Humbuguer Bahnhof museum, fur Gegenwart, Berlin (Josef Paul Kleihues 1988):**

• **Parcours et séquences :**

Le parcours se caractérise par 12 séquences sonores, qui sont réparties comme suit le type 01 dont la source suit le parcours on note 05 séquences. Le type 02 correspond aux sources extra parcours. Et le type 03 des sources qui ont subies une rotation de 90 (Tableau VIII. 08).

**Tableau VIII. 08 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée**  
Source : Auteur, 2016.

<i>Le parcours</i>	<i>Le nombre de séquences</i>
Type 01	05
Type 02	05
Type 03	02
Total	12

• **Les caractéristiques des séquences :**

**1.La source sonore :**

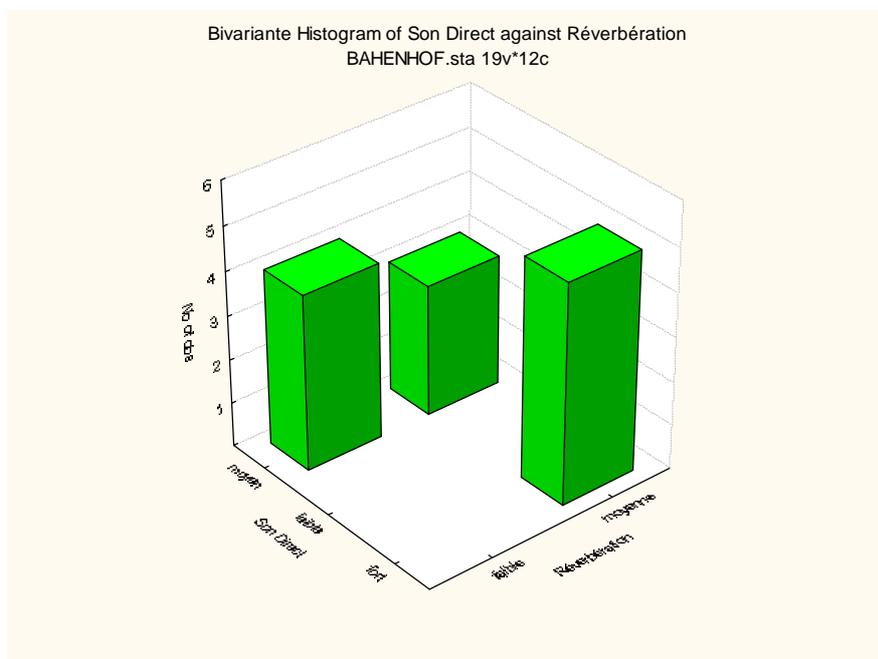
Il est à remarquer que l'orientation change dans 58% des sources sonores, les sources sonores ne suivent pas la même direction du parcours à 67%.

**2. Les caractéristiques de l'onde sonore :**

Absence des discontinuités de caractéristique de l'onde sonore.

**3. Les caractéristiques des sons selon les surfaces d'incidences :**

Dans la plupart des séquences sonore quand le son direct est fort la réverbération est moyenne (Figure VII. 21,22).



**Figure VIII. 21 : Correspondance entre le son direct et la réverbération**  
Source : Auteur, 2016.

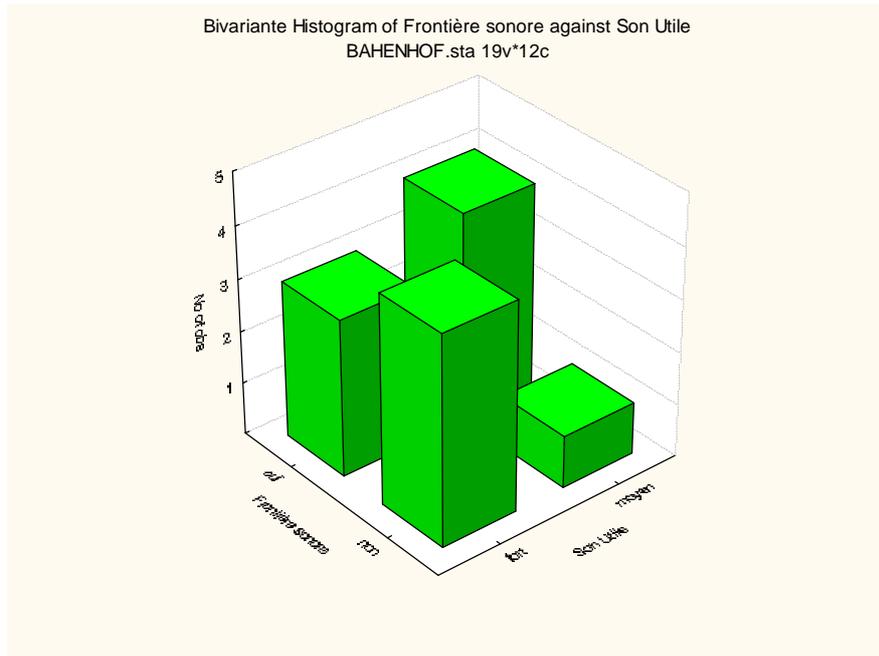


Figure VIII. 22 : Correspondance entre le son utile et la frontière sonore  
Source : Auteur, 2016.

**4. Les caractéristiques de la conformation :**

Il n'existe pas de discontinuité dans les caractéristiques de la conformation.

**1.2.3. Vitra design museum (Frank Gehry 1988-1989):**

• **Parcours et séquences :**

Le parcours se caractérise par 15 séquences sonores, qui sont réparties comme suit au RDC : le type 01 dont la source suit le parcours 02 séquences. Le type 02 correspond aux sources ayant subi une rotation de 45° parcours nous avons 08 séquences. Au niveau de l'étage on a le type 03 une source extra parcours, et le type 04 la même direction du parcours (Tableau VIII. 09).

Tableau VII. 09 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée  
Source : Auteur, 2016.

Le parcours	Le nombre de séquences
Type 01	02
Type 02	08
Type 03	01
Type 04	04
Total	15

• **Les caractéristiques des séquences :**

**1. La source sonore :**

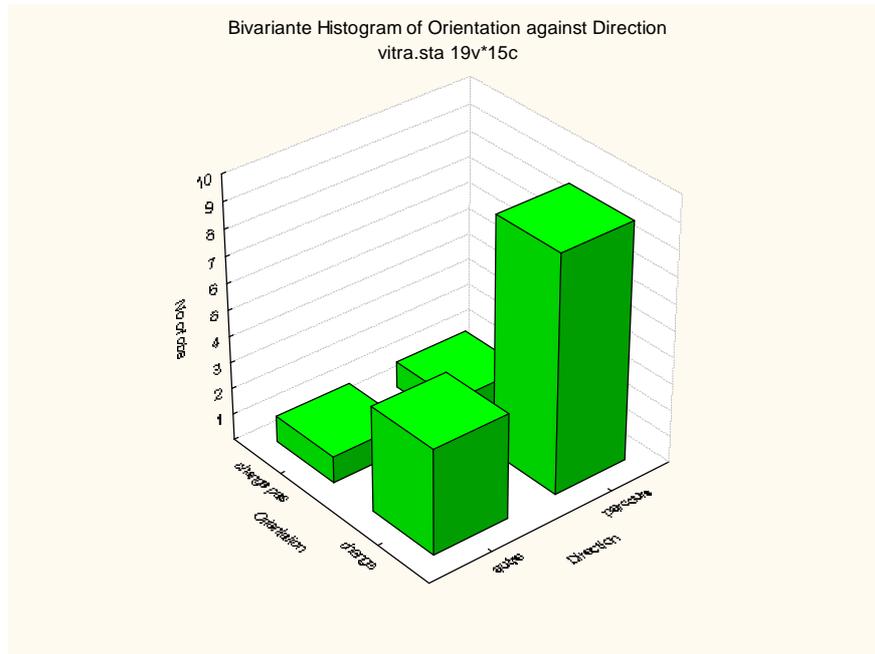
Les sources sonores suivent la direction du parcours à 67%, l'orientation des sources sonore est changeante à 87%.

**2. Les caractéristiques de l'onde sonore :**

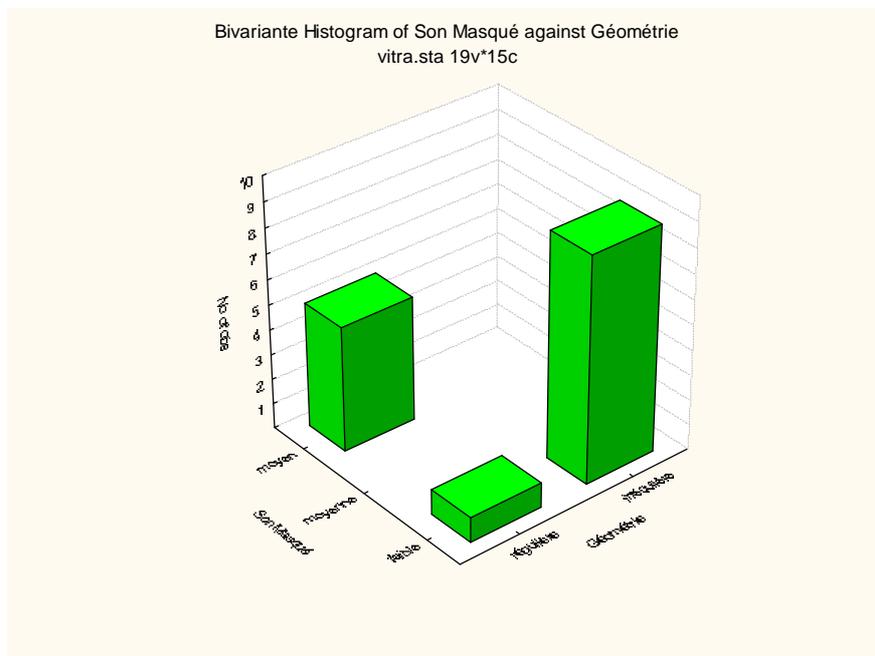
Absence des discontinuités de caractéristique de l'onde sonore, sauf pour le cas de la réfraction et la transmission parasite ou on constate des discontinuités à 13%.

**3. Les caractéristiques des sons selon les surfaces d'incidences :**

Il est à remarquer que le son masqué est dépendant de la géométrie de l'espace, dans les géométries irrégulière le son masqué est majoritairement faible, par contre dans quelque séquence dont les formes sont régulières, le son masqué est moyen (Figure VII. 24,25).



**Figure VIII. 23 : Correspondance entre la direction et l'orientation**  
Source : Auteur, 2016



**Figure VIII. 24 : Correspondance entre la forme et le son masqué**  
Source : Auteur, 2016

#### 4. Les caractéristiques de la conformation :

Les discontinuités de la conformation sont constatées dans le cas de la géométrie ou on remarque 60% des séquences sont de géométrie irrégulière.

##### 1.2.4. Musée juif de Berlin (Daniel Libeskind 1999) :

- Parcours et séquences :

Le parcours se caractérise par 29 séquences sonores, qui sont réparties comme suit au RDC : le type 01 dont la source suit le parcours. Le type 02 correspond aux sources ayant subi une rotation de 45° nous avons 06 séquences. Au niveau de l'étage on a le type 03 dont la source suit le parcours., et le type 04 correspond aux sources ayant subi une rotation de 45° (Tableau VIII. 10).

**Tableau VIII. 10 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée**  
Source : Auteur, 2016.

<i>Le parcours</i>	<i>Le nombre de séquences</i>
Type 01	8
Type 02	6
Type 03	8
Type 04	7
Total	29

- Les caractéristiques des séquences :

##### 1. La source sonore :

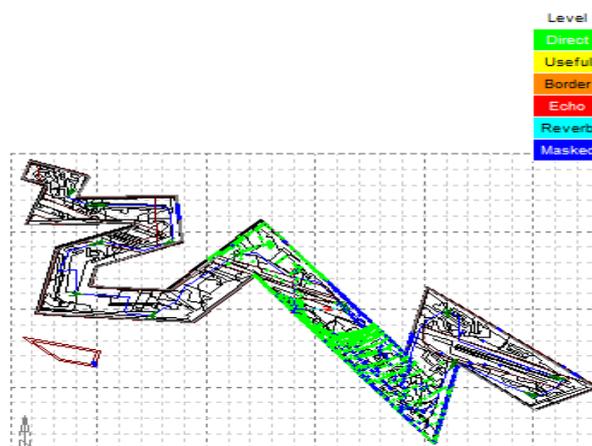
Les sources sonores ne changent pas d'orientation dans toutes les séquences, les directions des sources sonores quant à elle est à 83% celle du parcours.

##### 2. Les caractéristiques de l'onde sonore :

Absence des discontinuités de caractéristique de l'onde sonore, sauf pour le cas de la diffraction qui caractérisent 83% des discontinuités.

##### 3. Les caractéristiques des sons selon les surfaces d'incidences :

Il existe un lien très fort dans la plupart des séquences sonores entre le son direct et le son masqué, quand le taux du premier est faible le second l'est aussi et l'inverse (Figure VII. 25,26,27,28).



**Figure VIII. 25 : Séquence 06 par surfaces d'incidence**  
Source : Auteur, 2016

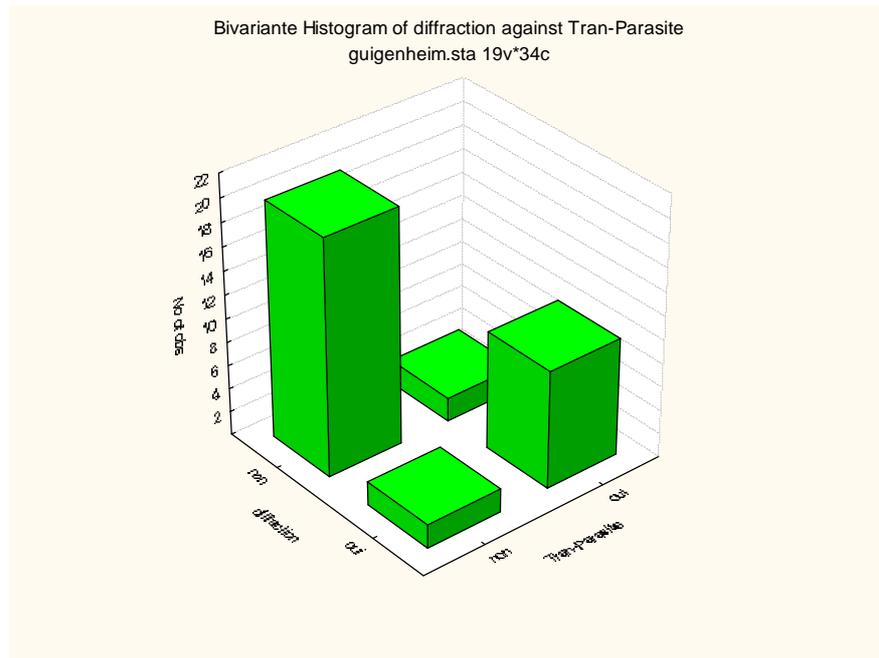


Figure VIII. 26 : Correspondance entre la diffraction et la transmission parasite  
Source : Auteur, 2016.

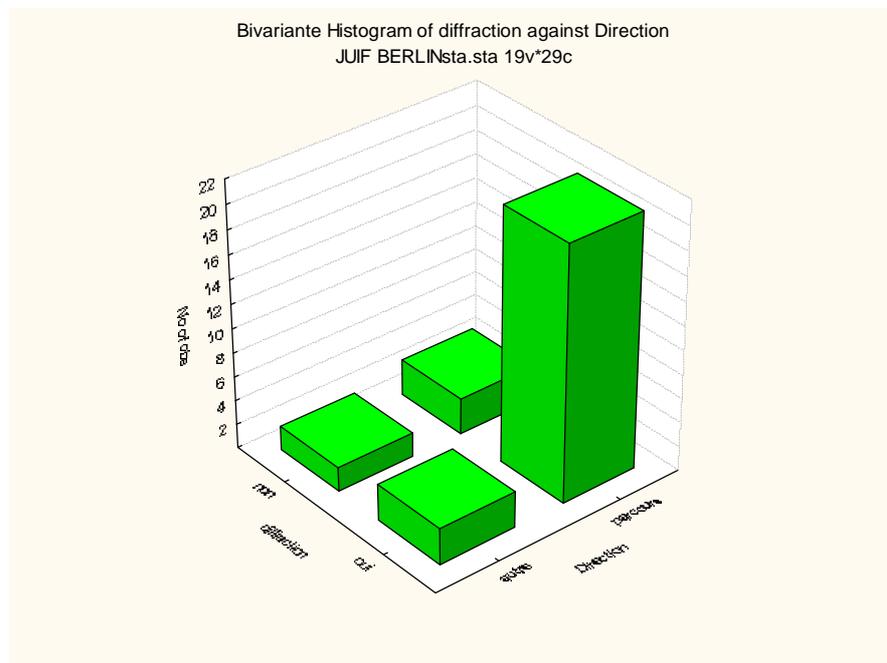


Figure VIII. 27 : Correspondance entre la direction et la diffraction  
Source : Auteur, 2016

**4. Les caractéristiques de la conformation :**

Il n'existe pas de discontinuité dans les caractéristiques de la conformation.

### 1.3. Les musées situés en Espagne :

#### 1.3.1. Musée Guggenheim Bilbao (Frank O. Gehry 1993):

- **Parcours et séquences :**

Le parcours se caractérise par 34 séquences sonores, qui sont réparties comme suit au RDC : le type 01 dont la source suit le parcours. A l'étage, le type 02 correspond aux sources ayant subi une rotation de 45° nous avons 09 séquences, et type 03 dont la même direction du parcours, Au niveau de l'étage2, on a le type 04 correspond aux sources ayant subi une rotation de 45° nous avons 09 séquences, et type 05 dont la même direction du parcours (Tableau VIII. 11).

**Tableau VIII.11: Types et nombre de séquences sonores dans le musée**  
Source : Auteur, 2016.

<i>Le parcours</i>	<i>Le nombre de séquences</i>
Type 01	05
Type 02	09
Type 03	09
Type 04	09
Type 05	02
Total	34

- **Les caractéristiques des séquences :**

#### 1. La source sonore :

Les changements qui caractérisent l'orientation des sources sonore sont de 53%, les sources sonores sont cependant de la même direction du parcours à 68%.

#### 2. Les caractéristiques de l'onde sonore :

Il existe dans ce cas d'étude des discontinuités liée aux caractéristiques de l'onde, d'abord les discontinuités de réfraction à 24%, les discontinuités de diffraction à 35%, et des transmissions parasites à 35%. Ce qui confirme le rapport entre la diffraction et la transmission parasites.

#### 3. Les caractéristiques des sons selon les surfaces d'incidences :

La présence de la réverbération ou son absence dépend de la régularité ou l'irrégularité de la forme géométrique. Nous constatons qu'elle est absente et moyennement présente dans les formes géométriques irrégulières dans la plupart des séquences sonore. Elle varie par contre dans la forme a géométrie régulière entre forte et moyenne (Figure VII. 29,30,31,32).

#### 4. Les caractéristiques de la conformation :

Ce musée est caractérisé par l'existence des discontinuités de la géométrie de la conformation avec un pourcentage de 68%.

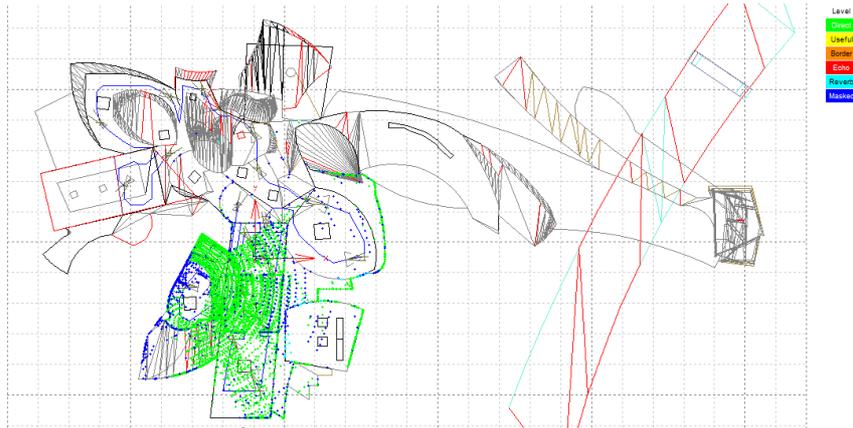


Figure VIII. 28 : Séquence 16 par surfaces d’incidence  
Source : Auteur, 2016

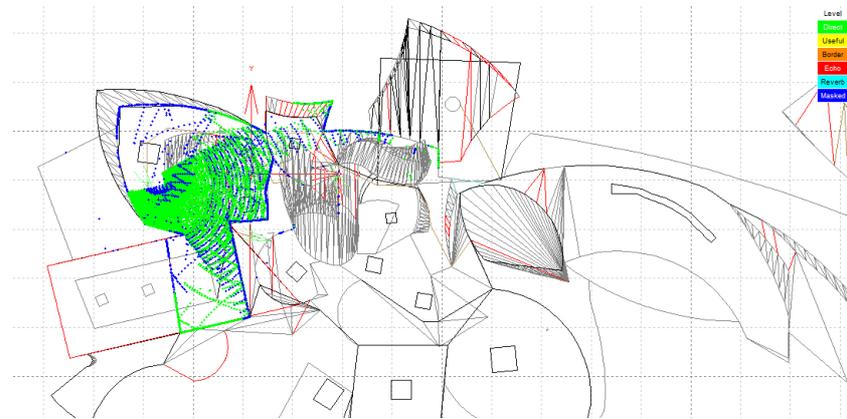


Figure VIII. 29 : Séquence 02 par surfaces d’incidence  
Source : Auteur, 2016

**1.3.2. Centro Gallego de Arte contemporaneo (Alvaro Siza, 1994):**

• **Parcours et séquences :**

Le parcours se compose de 20 séquences sonores, qui sont réparties comme suit au RDC : le type 01 dont la source suit le parcours, nous avons 04séquences. Le type 03correspond aux sources extra parcours on a 02 séquence ; et le type 02 ou la source suit le parcours de manière inversé une séquence. A l’étage et type 04 dont les sources suivent toutes le parcours (Tableau VIII. 12).

Tableau VIII. 12 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée  
Source : Auteur, 2016.

<i>Le parcours</i>	<i>Le nombre de séquences</i>
Type 01	04
Type 02	01
Type 03	02
Type 04	13
Total	20

• **Les caractéristiques des séquences :**

**1. La source sonore :**

Les sources sonores sont de la même direction du parcours et ce à 86%, et elles ne changent pas d'orientation aussi dans 86% des séquences.

**2. Les caractéristiques de l'onde sonore :**

Absence des discontinuités de caractéristique de l'onde sonore.

**3. Les caractéristiques des sons selon les surfaces d'incidences :**

Le son direct et le son utile sont forts dans 86% des séquences, le son masqué est majoritairement moyen avec un taux de 57%, la frontière sonore existe dans 38% des séquences.

La réverbération est présente dans toutes les séquences, elle est majoritairement moyenne à 90%, l'écho cependant est absent dans toutes les séquences.

Nous constatons que dans la plupart des séquences quand le son direct est fort la réverbération est moyenne (Figure VII. 33,34).

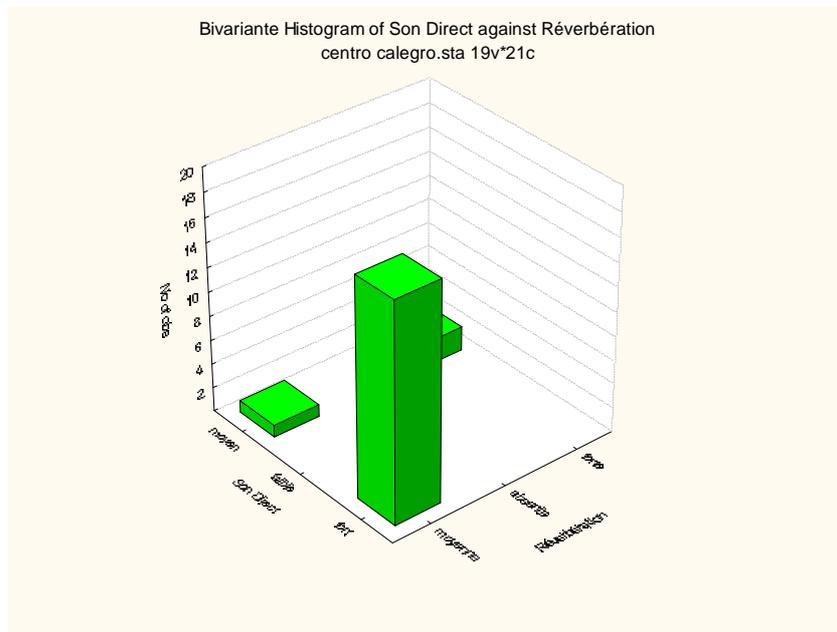


Figure VIII. 30 : Correspondance entre le son direct et la réverbération  
Source : Auteur, 2016.

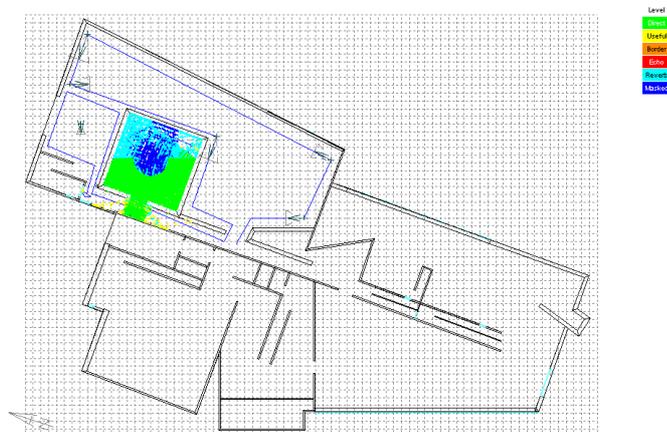


Figure VIII.31: Séquence 06 par surfaces d'incidence  
Source : Auteur, 2016

#### 4. Les caractéristiques de la conformation :

Il n'existe pas de discontinuité dans les caractéristiques de la conformation.

#### 1.3.3. Musée hydraulique Espagne (Juan Navarro Baldeweg) :

- **Parcours et séquences :**

Le parcours se compose de 10 séquences sonores, qui sont réparties comme suit le type 01 dont la source suit le parcours. Le type 02 correspond aux sources de direction inverse au parcours (Tableau VIII. 13).

**Tableau VIII. 13 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée**  
Source : Auteur, 2016.

<i>Le parcours</i>	<i>Le nombre de séquences</i>
Type 01	09
Type 02	01
Total	10

- **Les caractéristiques des séquences :**

##### 1. La source sonore :

Les sources sonores suivent la même direction que le parcours, et l'orientation ne change pas à 90%.

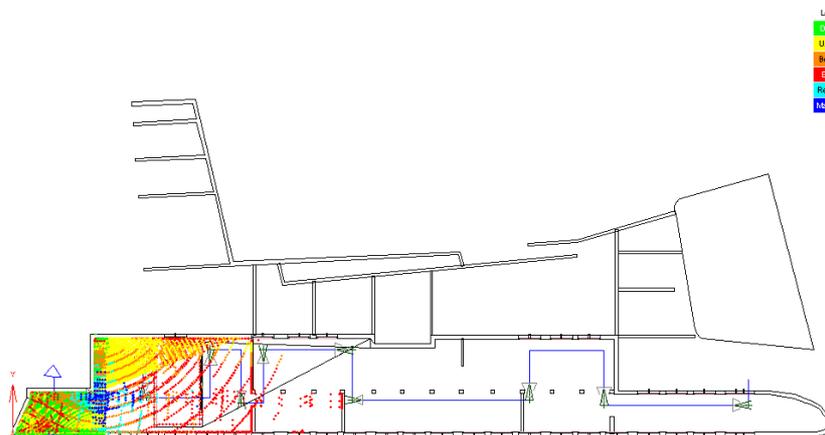
##### 2. Les caractéristiques de l'onde sonore :

Absence des discontinuités de caractéristique de l'onde sonore.

##### 3. Les caractéristiques des sons selon les surfaces d'incidences :

Le son direct est moyen dans 90% des séquences, le son utile est moyen aussi mais à 70%, le son masqué est faible dans toute les séquence.

La réverbération est présente elle est forte dans la moitié des séquences, et faible dans le reste. Cependant l'écho et la frontière sonore sont présents dans toutes les séquences (Figure VII. 35,36,37,38).



**Figure VIII. 32 Séquence 02 par surfaces d'incidence**

Source : Auteur, 2016

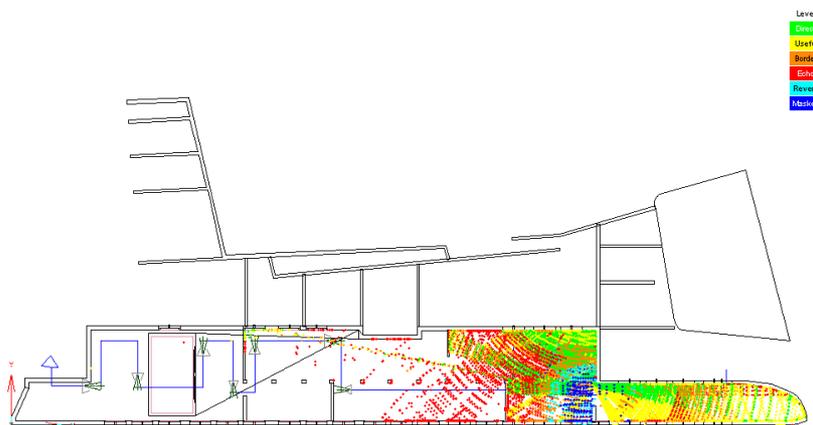


Figure VIII. 33 : Séquence 04 par surfaces d'incidence  
Source : Auteur, 2016

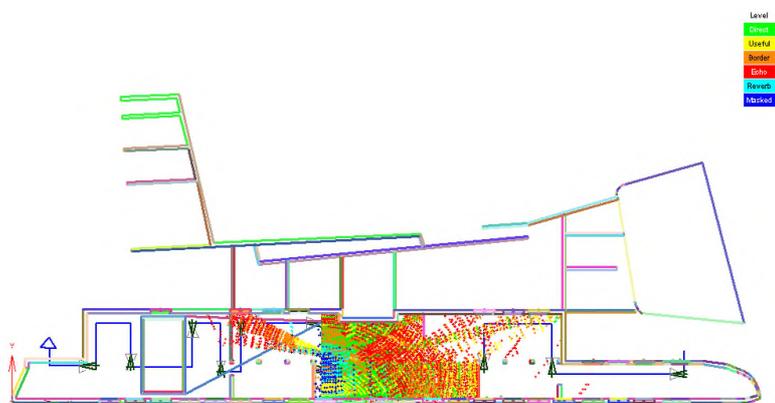


Figure VIII.34: Séquence 08 par surfaces d'incidence  
Source : Auteur, 2016

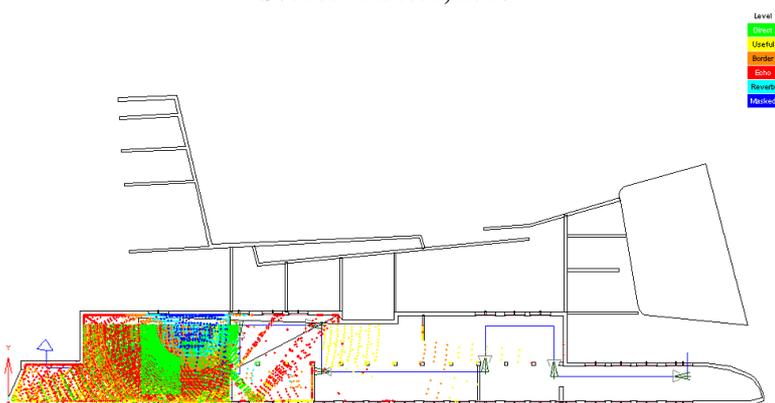


Figure VIII. 35 : Séquence 11 par surfaces d'incidence  
Source : Auteur, 2016

**4. Les caractéristiques de la conformation :**

Il n'existe pas de discontinuité dans les caractéristiques de la conformation.

**1.3.4. Musée de l'Archéologie maritime CARTAGENA (Alberto Campo Baeza 1998) :**

- **Parcours et séquences :**

Le parcours se compose de 08 séquences sonores, qui sont réparties comme suit le type 01 dont la source suit le parcours. Le type 02 correspond aux sources ayant une rotation de 90° (Tableau VIII. 14).

**Tableau VIII. 14 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée**  
Source : Auteur, 2016.

<i>Le parcours</i>	<i>Le nombre de séquences</i>
Type 01	07
Type 02	01
Total	08

- **Les caractéristiques des séquences :**

- 1. La source sonore :**

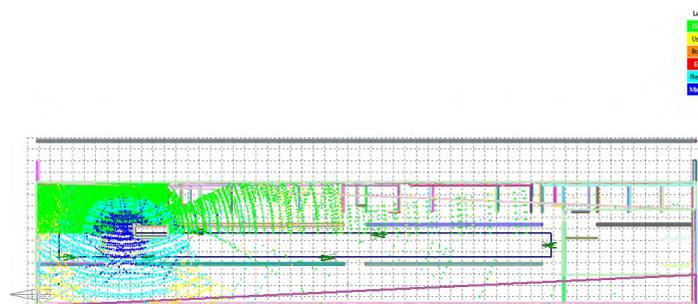
Dans toutes les séquences les sources sonores suivent la même direction que le parcours, et ne changent pas d'orientation.

- 2. Les caractéristiques de l'onde sonore :**

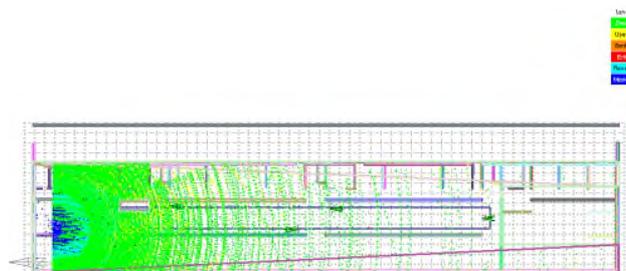
Absence des discontinuités de caractéristique de l'onde sonore, cependant toutes les caractéristiques sont présentes à 100% dans toutes les séquences.

- 3. Les caractéristiques des sons selon les surfaces d'incidences :**

Le son direct et le son utile sont fort dans 88% des séquences. Cependant le son masqué est faible dans 88% des séquences (Figure VIII. 39,40).



**Figure VIII. 36 : Séquence 02 par surfaces d'incidence**  
Source : Auteur, 2016



**Figure VIII. 37 : Séquence 08 par surfaces d'incidence**  
Source : Auteur, 2016

L'écho est absent dans toutes les séquences, la réverbération est présente dans 75% des séquences et elle est moyenne. la frontière sonore est présente dans 88% des séquences.

#### 4. Les caractéristiques de la conformation :

Il n'existe pas de discontinuité dans les caractéristiques de la conformation.

### 1.4. Musées situés en SUISSE :

#### 1.4.1. Musée Jean Tinguely (Mario Botta 1993-1996) :

- **Parcours et séquences :**

Le parcours se compose de 10 séquences sonores, qui sont réparties en étant les dix extra parcours (Tableau VIII. 15).

**Tableau VIII. 15 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée**  
Source : Auteur, 2016.

<i>Le parcours</i>	<i>Le nombre de séquences</i>
Type 01	10
Total	10

- **Les caractéristiques des séquences :**

#### 1. La source sonore :

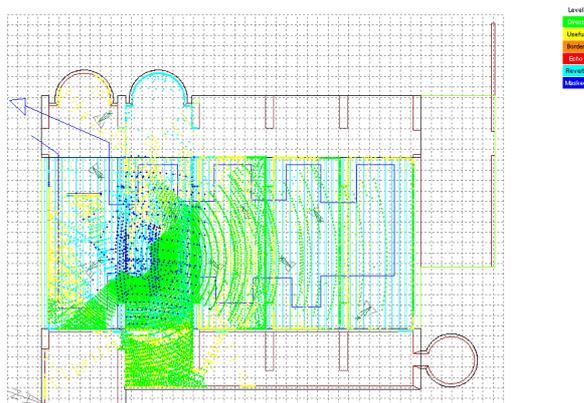
Les sources sonores ne suivent pas la direction du parcours dans toutes les séquences, et l'orientation des sources sonore est changeante à 90%.

#### 2. Les caractéristiques de l'onde sonore :

Absence des discontinuités de caractéristique de l'onde sonore

#### 3. Les caractéristiques des sons selon les surfaces d'incidences :

Il n'existe pas beaucoup de discontinuité dans les séquences muséales, nous avons constaté 20% de discontinuité dans le son direct, et 30% de discontinuités liées à la réverbération (Figure VIII. 41).



**Figure VIII. 38 : Séquence 02 par surfaces d'incidence**  
Source : Auteur, 2016

#### 4. Les caractéristiques de la conformation :

Il n'existe pas de discontinuité dans les caractéristiques de la conformation.

**1.4.2. Musée d'ethnographie suisse (Hanger, Monnerat, Petitpierre,1995) :**

• **Parcours et séquences :**

Le parcours se compose de 10 séquences sonores, qui sont réparties comme suit le type 01 dont la source subit une rotation de 45° par rapport au parcours. Le type 02 correspond aux sources qui suivent le parcours (Tableau VIII. 16).

**Tableau VIII. 16 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée** Source : Auteur, 2016.

Le parcours	Le nombre de séquences
Type 01	06
Type 02	04
Total	10

• **Les caractéristiques des séquences :**

**1. La source sonore :**

Les sources sonores sont de la même orientation dans toutes les séquences, la direction des sources sonores est la même du parcours dans 80% des cas.

**2. Les caractéristiques de l'onde sonore :**

Absence des discontinuités de caractéristique de l'onde sonore

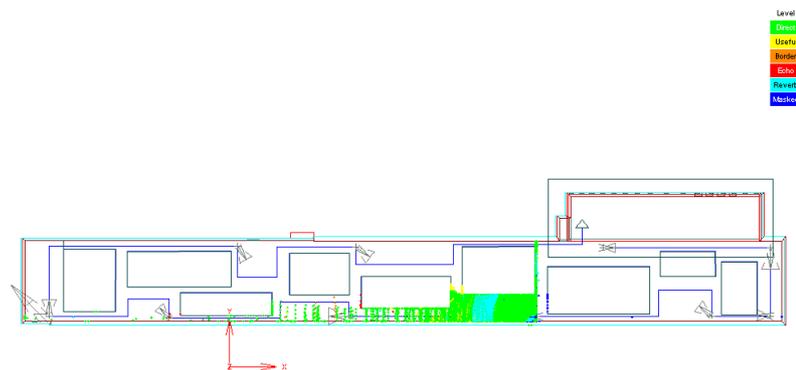
**3. Les caractéristiques des sons selon les surfaces d'incidences :**

Il n'existe pas beaucoup de discontinuité dans les séquences muséales, nous avons constaté que le son direct et utile sont forts dans toutes les séquences, par contre le son masqué est faible, et la frontière sonore est présentes dans toutes les séquences (Figure VII. 42,43).

La réverbération est moyenne dans 70% des cas, l'écho est présent dans 70% des séquences.

**4. Les caractéristiques de la conformation :**

Il n'existe pas de discontinuité dans les caractéristiques de la conformation.



**Figure VIII. 39 : Séquence 02 par surfaces d'incidence**  
Source : Auteur, 2016

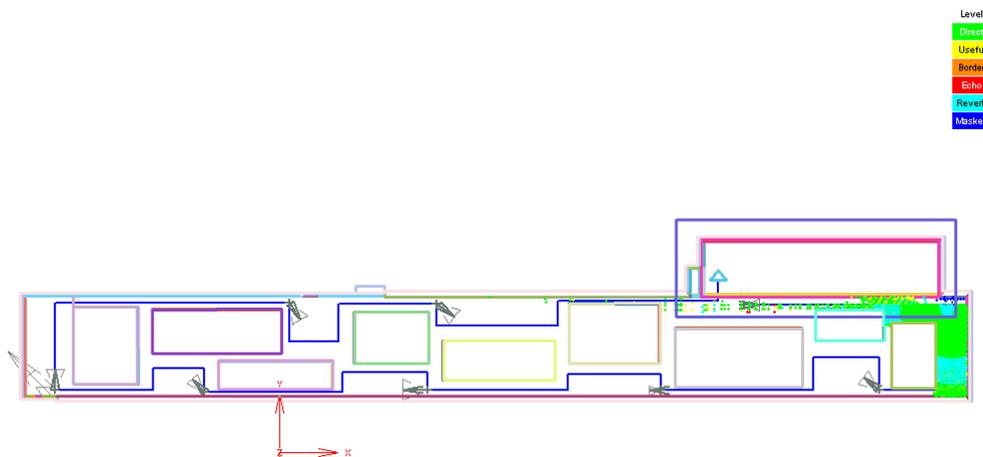


Figure VIII. 40 : Séquence 05 par surfaces d’incidence  
Source : Auteur, 2016.

**1.4.3. Musée Beyeler Riehen (Renzo Piano 1998) :**

• **Parcours et séquences :**

Le parcours se compose de 15 séquences sonores, qui sont réparties comme suit au le type 01 dont la source sont extra au parcours. Le type 02 correspond aux sources qui ont subit une rotation de 45° on a 15 séquences (Tableau VIII. 17).

Tableau VIII. 17 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée  
Source : Auteur, 2016.

<i>Le parcours</i>	<i>Le nombre de séquences</i>
Type 01	13
Type 02	02
Total	15

• **Les caractéristiques des séquences :**

**1. La source sonore :**

Les sources sonores ne changent pas d’orientation dans 80% des cas, et suivent la direction du parcours dans 65% des cas.

**2. Les caractéristiques de l’onde sonore :**

De très faibles discontinuités dans les caractéristiques de l’onde sonore sont remarqué dans ce cas d’étude, tel que les discontinuités de réfraction qui sont à 47% et les transmissions parasites à 33% (Figure VIII. 44,45).

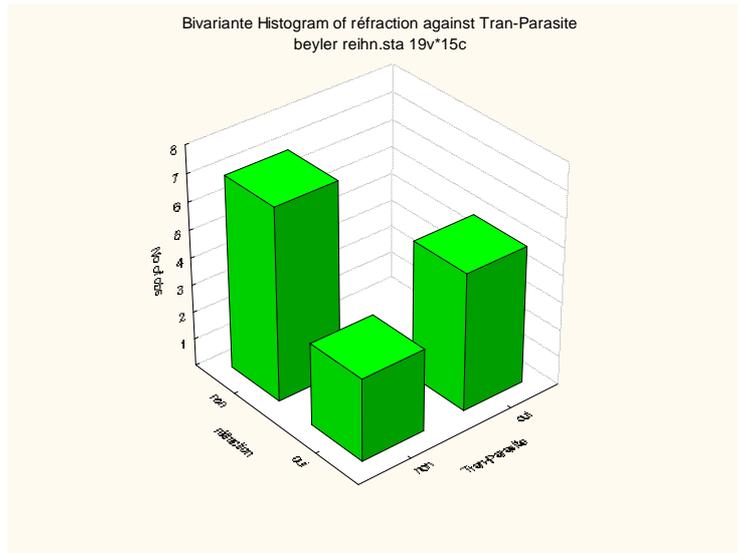


Figure VIII. 41 : Correspondance entre la réfraction et la transmission parasite  
Source : Auteur, 2016.

**3. Les caractéristiques des sons selon les surfaces d’incidences :**

Les discontinuités des sons selon les surfaces d’incidences sont aussi inexistantes ou même très faible tel que le cas da frontière sonore qui est à 13%.

**4. Les caractéristiques de la conformation :**

Il n’existe pas de discontinuité dans les caractéristiques de la conformation.

**1.5. Les musées situés en Autriche :**

**1.5.1. Musée historique de Salzbourg (Hans Hollein 1989-1990) :**

• **Parcours et séquences :**

Le parcours se compose de 14séquences sonores, qui sont réparties comme suit le type 01 dont la source suit le parcours avec une direction inverse. Le type 02 correspond aux sources qui suivent le parcours nous avons 08 séquence ; et le type 03 dont les sources ont subi une rotation de 45° par rapport au parcours (Tableau VIII. 18).

Tableau VIII. 18 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée  
Source : Auteur, 2016.

<i>Le parcours</i>	<i>Le nombre de séquences</i>
Type 01	02
Type 02	08
Type 03	04
Total	14

• **Les caractéristiques des séquences :**

**1.La source sonore :**

Toutes les sources sonores suivent la direction du parcours, et leur orientation ne change pas dans 64% des cas.

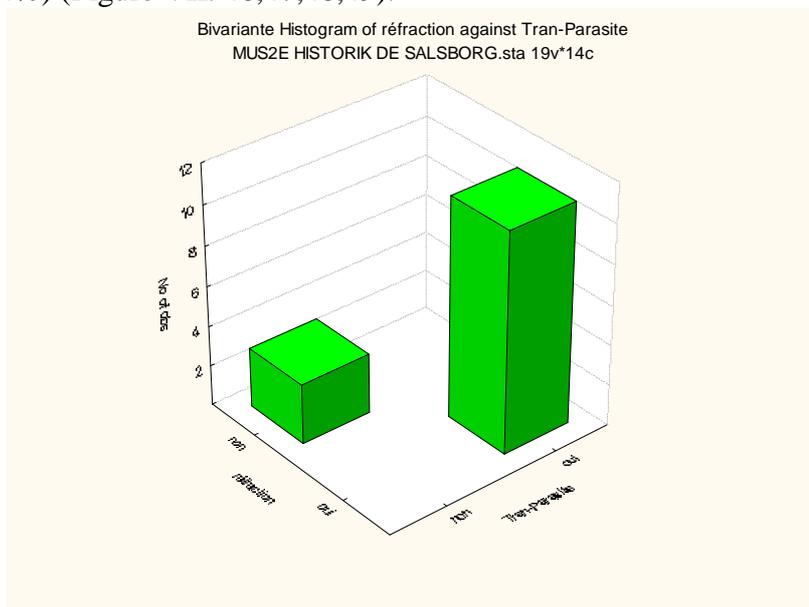
**2. Les caractéristiques de l’onde sonore :**

Dans la plupart des séquences la réfraction correspond à l’existence de transmission parasite. Les deux ont 79%.

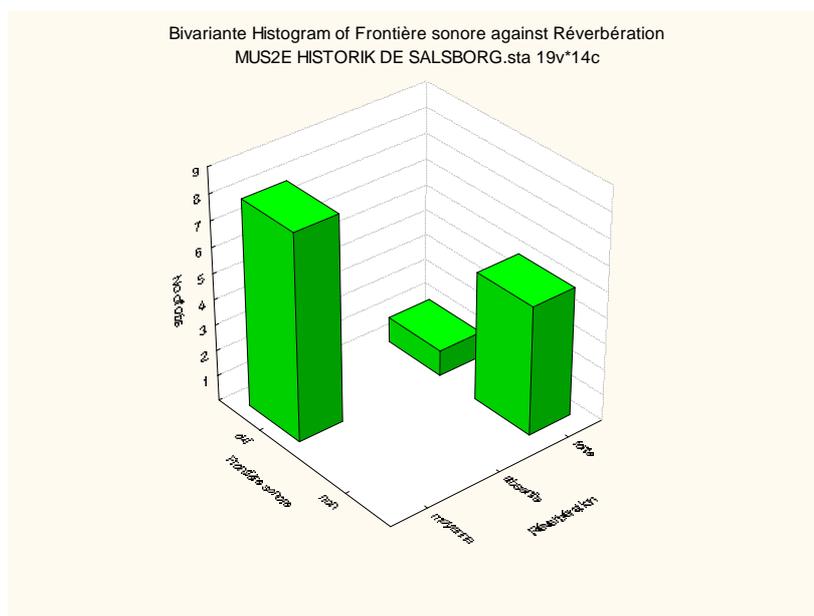
**3. Les caractéristiques des sons selon les surfaces d'incidences :**

Il existe de très forte correspondance entre la réverbération et la géométrie.

Dans la plupart des séquences la réverbération moyenne (57%) correspond à l'existence de frontière sonore (64%) (Figure VII. 46,47,48,49).



**Figure VIII. 42 : Correspondance entre la réfraction et la transmission parasite**  
Source : Auteur, 2016



**Figure VIII. 43 : Correspondance entre la réverbération et la frontière sonore**  
Source : Auteur, 2016

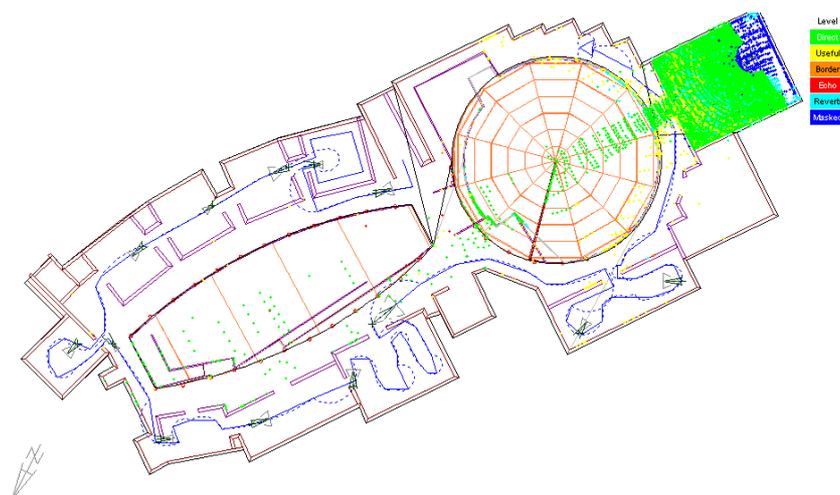


Figure VIII. 44 : Séquence 02 par surfaces d’incidence

Source : Auteur, 2016

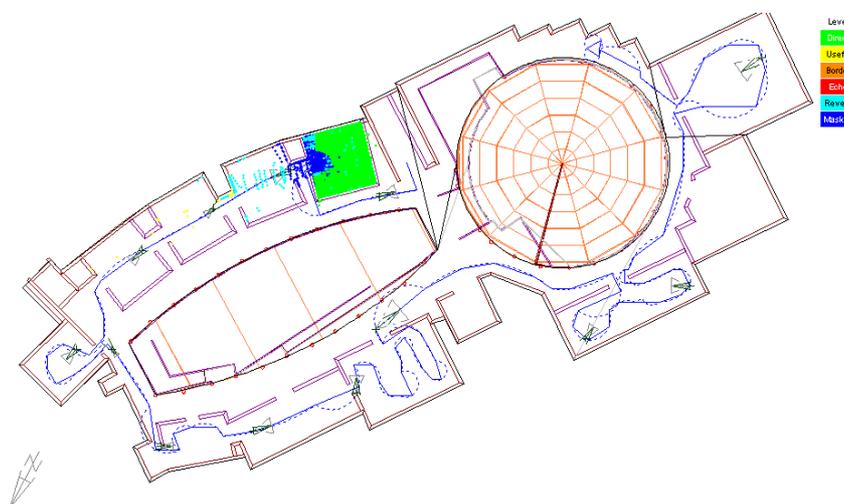


Figure VIII. 45 : Séquence 14 par surfaces d’incidence

Source : Auteur, 2016

**4. Les caractéristiques de la conformation :**

Il existe des discontinuités dans les caractéristiques de la conformation, elles sont faibles, la géométrie à 21%.

**1.5.2. KUNSTHAUS BREGENZ, Autriche (Peter Zumthor 1990-1997) :**

• **Parcours et séquences :**

Le parcours se compose de 14 séquences sonores, qui appartiennent au même type 01 dont la source suit le parcours (Tableau VIII. 19)

Tableau VII. 19 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée

Source : Auteur, 2016.

Le parcours	Le nombre de séquences
Type 01	14
Total	14

• **Les caractéristiques des séquences :**

**1. La source sonore :**

Les sources sonores suivent la même direction que le parcours, et elles ne changent pas d'orientation dans 57% des séquences.

**2. Les caractéristiques de l'onde sonore :**

Il n'existe pas des discontinuités des caractéristiques de l'onde sonore.

**3. Les caractéristiques des sons selon les surfaces d'incidences :**

Le son direct et utile sont majoritairement fort dans toutes les séquences, le son masqué est faible.

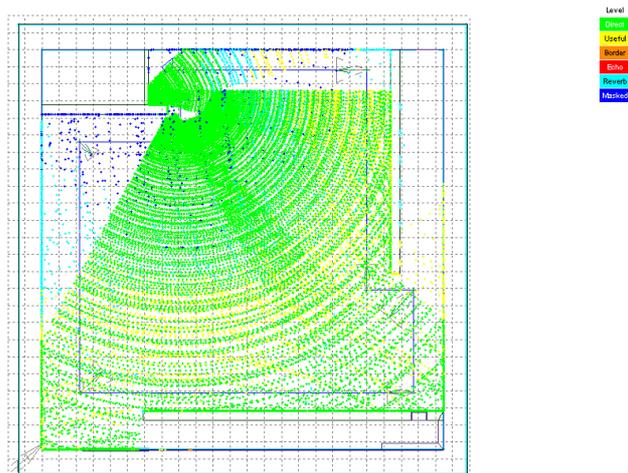


Figure VIII. 47 : Séquence 01 par surfaces d'incidence  
Source : Auteur, 2016

La réverbération est moyenne, la frontière sonore existe dans toutes les séquences et nous avons constaté une absence totale de l'écho.

Les discontinuités des sons selon les surfaces d'incidences sont inexistantes.

**4. Les caractéristiques de la conformation :**

Il n'existe pas de discontinuité dans les caractéristiques de la conformation.

**1.6. Les musées situés en Grande Bretagne :**

**1.6.1 American air museum Duxford GB (Foster partners 1993-1997):**

• **Parcours et séquences :**

Le parcours se compose de 05 séquences sonores, qui sont réparties de manière symétrique ou le type 03 constitue le centre de la symétrie et du parcours. Le type 02 correspond aux sources qui suivent le parcours nous avons 02 séquence ; et le type 03 dont les sources qui suivent le parcours de manière inversé (Tableau VIII. 20).

Tableau VIII. 20 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée  
Source : Auteur, 2016.

Le parcours	Le nombre de séquences
Type 01	02
Type 02	02
Type 03	01
Total	05

• **Les caractéristiques des séquences :**

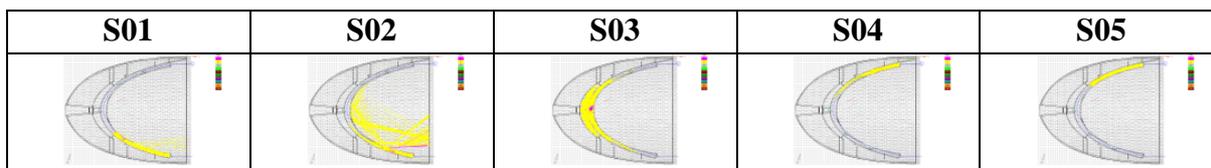
**1. La source sonore :**

Les sources sonores suivent à 80% la direction du parcours, et elles changent d'orientation dans 60% des séquences.

**2. Les caractéristiques de l'onde sonore :**

Il n'existe pas des discontinuités des caractéristiques de l'onde sonore.

Tableau VIII. 20 : les séquences sonores résultantes  
Source : Auteur, 2016.



**3. Les caractéristiques des sons selon les surfaces d'incidences :**

Nous avons constaté que le son direct et utile sont fort dans toutes les séquences sonores, sauf une seul ou ils sont moyens. Le son masqué est faible dans toutes les séquences.

Une absence totale de l'écho, et une réverbération faible dans l'ensemble des séquences.

La frontière sonore existe dans 40% des séquences, cependant il y'a une absence totale des discontinuités liées aux surfaces d'incidences.

**4. Les caractéristiques de la conformation :**

Il existe des discontinuités dans les caractéristiques de la conformation, elles sont de 80%.

**1.7. Les musées situés en Italie :**

**1.7.1. Museum DE MAXXI Zaha Hadid (2007) :**

• **Parcours et séquences :**

Le parcours se compose de 32 séquences sonores, qui sont réparties comme suit : le RDC, le type 01 dont la source suit le parcours. Le type 02 correspond aux sources qui ont subi une rotation de 45°. Le 1<sup>er</sup> étage nous avons le type 03 : 08 séquence avec sources qui suivent le parcours ; et le type 04 dont les sources ont subi une rotation de 45° par rapport au parcours. Le 2<sup>ème</sup> étage nous avons le type 05 : 08 séquence avec sources qui suivent le parcours ; et le type 06 dont les sources ont subi une rotation de 45° (Tableau VIII. 21).

Tableau VIII. 21 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée  
Source : Auteur, 2016.

Le parcours	Le nombre de séquences
Type 01	11
Type 02	01
Type 03	08
Type 04	02
Type 05	06
Type 06	04
Total	32

• **Les caractéristiques des séquences :**

**1. La source sonore :**

Les sources sonores suivent toutes la direction du parcours, l'orientation ne change pas dans 78% des cas.

**2. Les caractéristiques de l'onde sonore :**

Absence des discontinuités de caractéristique de l'onde sonore

**3. Les caractéristiques des sons selon les surfaces d'incidences :**

Le son direct est moyen dans 63% des séquences, et dans le reste il est fort. Le son utile aussi est moyen dans 59% des séquences. Le son masqué est faible dans 81% des séquences (Figure VII. 51,52).

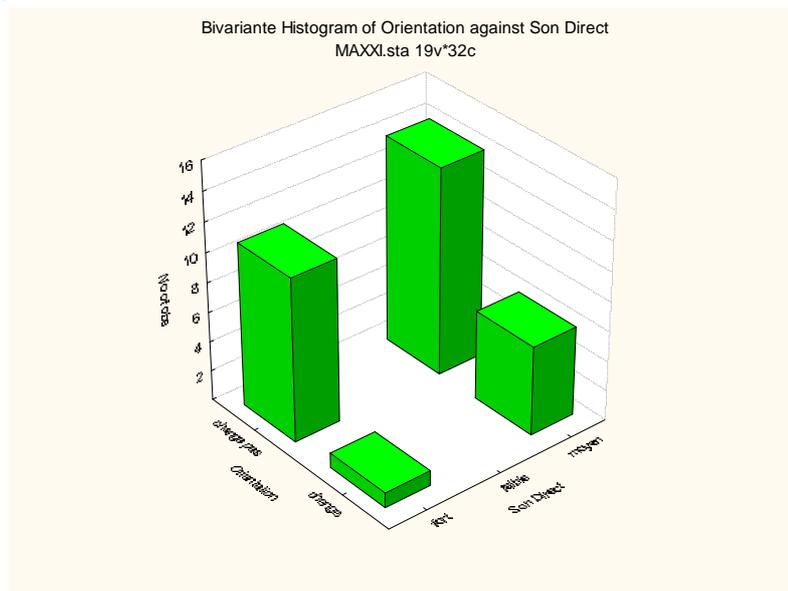


Figure VIII. 48 : Correspondance entre le son direct et l'orientation  
Source : Auteur, 2016

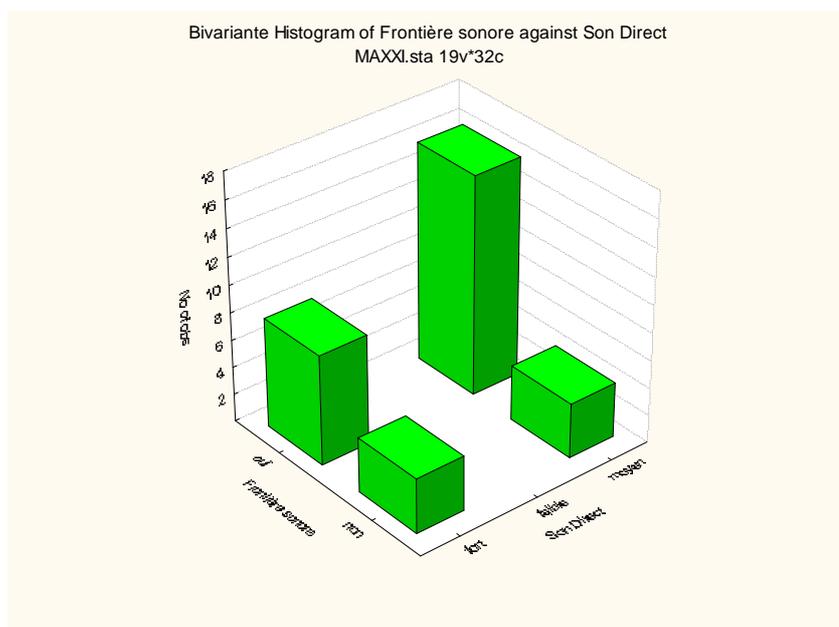


Figure VIII. 49 : Correspondance entre le son direct et la frontière sonore  
Source : Auteur, 2016

La frontière sonore existe dans 75% des cas, l'écho dans 45% des cas, et la réverbération est globalement moyenne elle représente 59% des séquences.

Les correspondances révèlent que La réverbération est faible dans la plupart des séquences à géométrie régulière. la réverbération moyenne quant à elle est moyennement répartie entre les deux types de formes (Figure VII. 53,54,55).

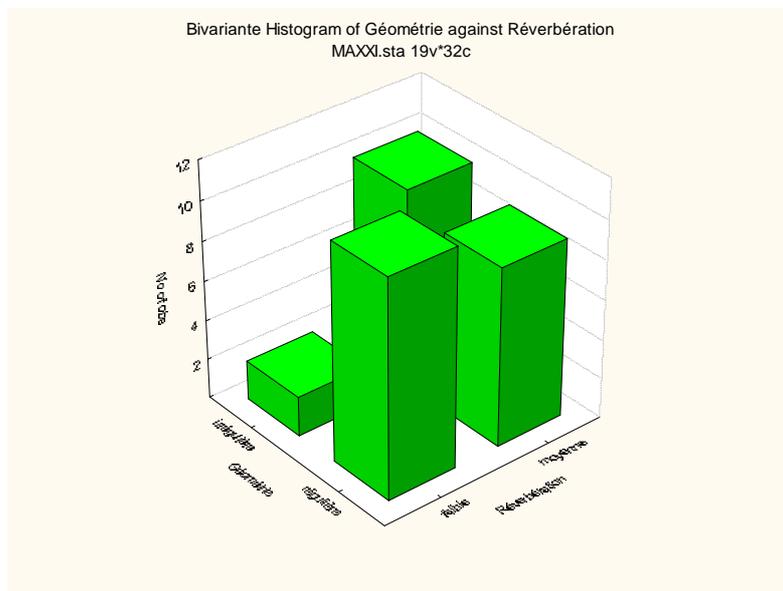


Figure VIII. 50 : Correspondance entre la réverbération et la géométrie  
Source : Auteur, 2016

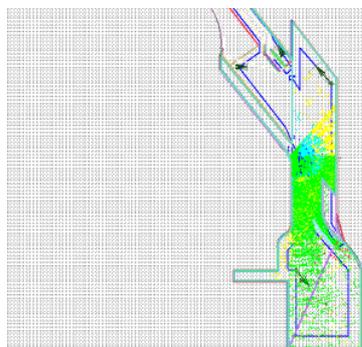


Figure VIII. 51 : Séquence 03 par surfaces d'incidence  
Source : Auteur, 2016

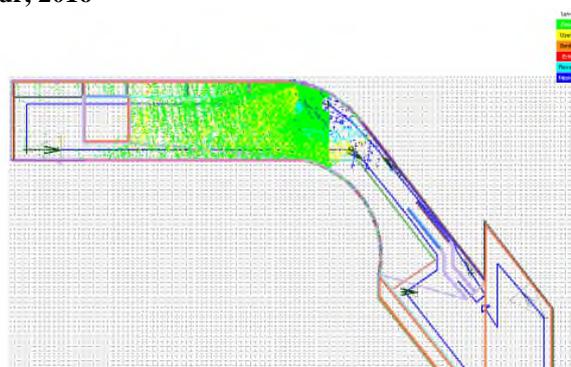


Figure VIII. 52 : Séquence 07 par surfaces d'incidence  
Source : Auteur, 2016

#### 4. Les caractéristiques de la conformation :

Nous constatons que la géométrie des séquences est irrégulière dans 38% des séquences.

**1.7.2. Ara Pacis museum (Richard Meier & Partners 1995-2006):**• **Parcours et séquences :**

Tableau VII. 22 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée

Source : Auteur, 2016.

Le parcours se compose de 07 séquences sonores, qui sont réparties comme suit : le type 01 constitue les sources qui suivent le parcours. Le type 02 correspond aux sources qui ont subi une rotation de 45° nous avons 03 séquence ; et le type 03 dont la source a subi une rotation 90° (Tableau VIII. 22) .

<i>Le parcours</i>	<i>Le nombre de séquences</i>
Type 01	03
Type 02	03
Type 03	01
Total	07

• **séquences :****1. La source sonore :**

Toutes les sources sonores suivent la direction du parcours.

**2. Les caractéristiques de l'onde sonore :**

Dans la plupart des séquences la réfraction correspond à l'existence de transmission parasite. Les deux ont 71%.

**3. Les caractéristiques des sons selon les surfaces d'incidences :**

Le son direct et utile sont de 86% dans toutes les séquences. Le son masqué est faible dans toutes les séquences.

Nous avons constaté que la réverbération est faible dans 71% des séquences, l'écho est inexistant.

Il n'existe pas des discontinuités pour cette partie sauf pour la frontière sonore qui représente un taux de 71%.

• **Les caractéristiques des****1.8. Les musées situés au pays bas :****1.8.1. Bonnefanten museum, Maastricht, Pays-Bas (Aldo Rossi 1990-1994) :**• **Parcours et séquences :**

Tableau VIII. 23 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée

Source : Auteur, 2016.

Le parcours se compose de 22 séquences sonores, qui sont réparties comme suit le premier niveau : le type 01 constitue les sources qui suivent de manière inverse le parcours. Le type 02 correspond aux sources qui ont subi une rotation de 90°. Au second niveau, nous avons le type 03 ou la séquence suit le parcours ; et le type 04 ou la source a subi une rotation 90° (Tableau VIII. 23).

<i>Le parcours</i>	<i>Le nombre de séquences</i>
Type 01	04
Type 02	01
Type 03	05
Type 04	12
Total	22

• **Les caractéristiques des séquences :**

**1. La source sonore :**

Les sources sonores ne suivent pas la direction du parcours dans 59% des séquences. Et leur orientation est changeante dans 81% des cas (Figure VII. 56).

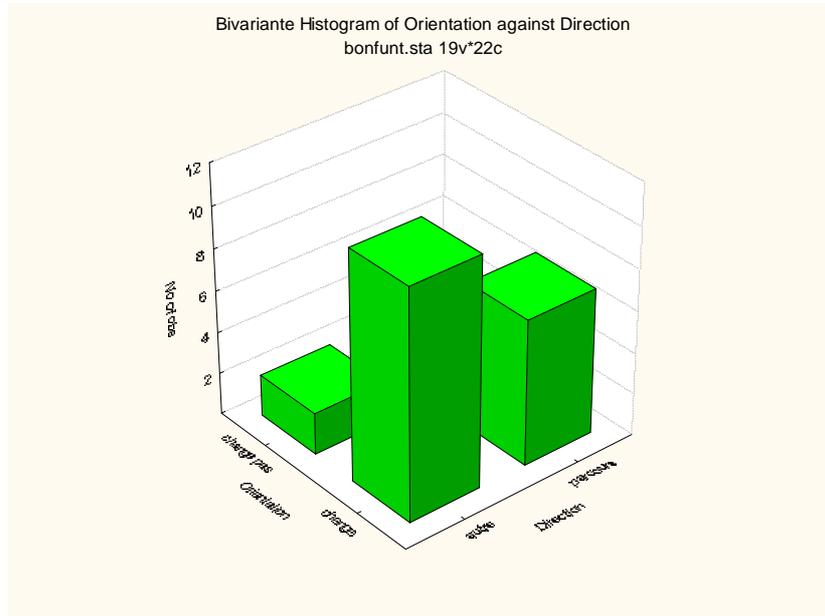


Figure VIII. 53 : Correspondance entre la direction et l'orientation  
Source : Auteur, 2016

**2. Les caractéristiques de l'onde sonore :**

Les discontinuités de caractéristique de l'onde sonore sont absentes dans toutes les séquences sauf pour le cas de la réfraction ou l'on constate 18% de discontinuité.

**3. Les caractéristiques des sons selon les surfaces d'incidences :**

Absence de discontinuité des sons selon les surfaces d'incidences dans toutes les séquences. Cependant, on constate des discontinuités dans la réverbération ou elle est a 64% moyenne et 36% forte (Figure VII. 57,58).

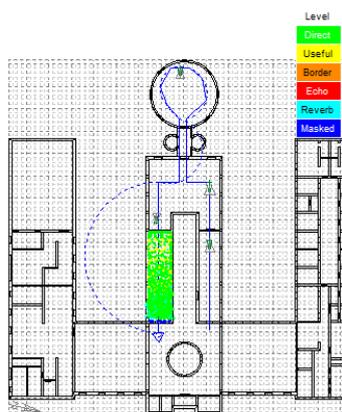


Figure VIII. 54 : Séquence 05 RDC par surfaces d'incidence  
Source : Auteur, 2016

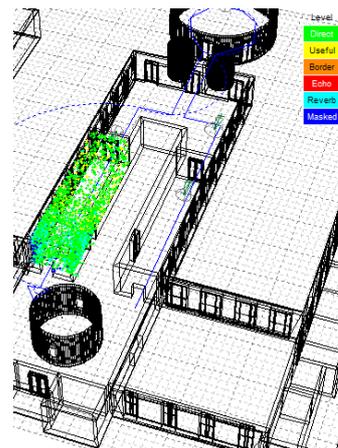


Figure VIII. 55 : Séquence 05 RDC par surfaces d'incidence  
Source : Auteur, 2016

**4. Les caractéristiques de la conformation :**

Il n'existe pas de discontinuité dans les caractéristiques de la conformation.

### **1.8.2. KUNSTHAL ; Rotterdam Pays Bas (Rem Koolhaas 1987-1992) :**

- **Parcours et séquences :**

**Tableau VIII. 24 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée**  
Source : Auteur, 2016.

Le parcours se compose de 22 séquences sonores, qui sont réparties comme suit le premier niveau : le type 01 constitue les sources qui suivent de manière inverse le parcours. Le type 02 correspond aux sources qui ont subi une rotation de 90°. Au second niveau, nous avons le type 03 ou la séquence suit le parcours ; et le type 04 ou la source suit le parcours de manière inversé, et enfin le type 05 dont les sources ont subi une rotation de 45° (Tableau VIII. 24).

<i>Le parcours</i>	<i>Le nombre de séquences</i>
Type 01	01
Type 02	09
Type 03	01
Type 04	05
Type 05	06
Total	22

- **Les caractéristiques des**

**séquences :**

**1. La source sonore :**

Les sources sonores suivent à 73% la direction du parcours, et elles changent d'orientation dans 82% des séquences.

**2. Les caractéristiques de l'onde sonore :**

Les discontinuités de caractéristique de l'onde sonore sont absentes dans toutes les séquences sauf pour le cas de la réfraction et la transmission parasite ou l'on constate 18% de discontinuité.

**3. Les caractéristiques des sons selon les surfaces d'incidences :**

Le son direct et le son utile sont forts dans toutes les séquences contrairement au son masqué qui est faible (Figure VII. 59, 60).

La réverbération est moyenne dans 68% des séquences, la frontière sonore existe dans toutes les séquences, contrairement à l'écho (Figure VII. 61, 62, 63).

Les discontinuités sont absentes dans toutes les caractéristiques sauf pour le cas de la réverbération ou la variation renvoie à l'existence de discontinuité.

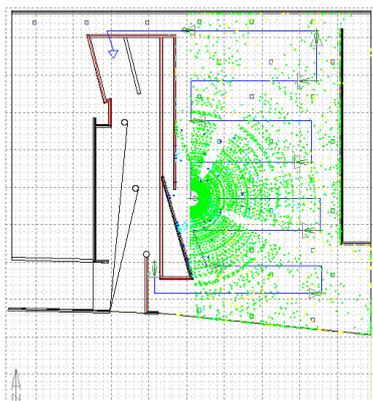


Figure VIII. 56 : Séquence 05 RDC par surfaces d'incidence  
Source : Auteur, 2016

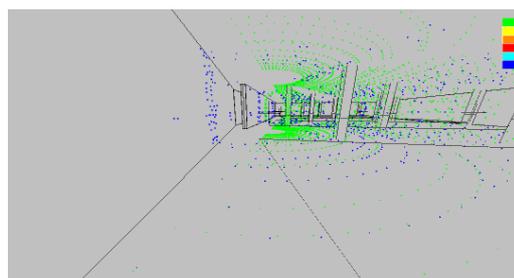


Figure VIII. 57 : Séquence 05 RDC par surfaces d'incidence  
Source : Auteur, 2016

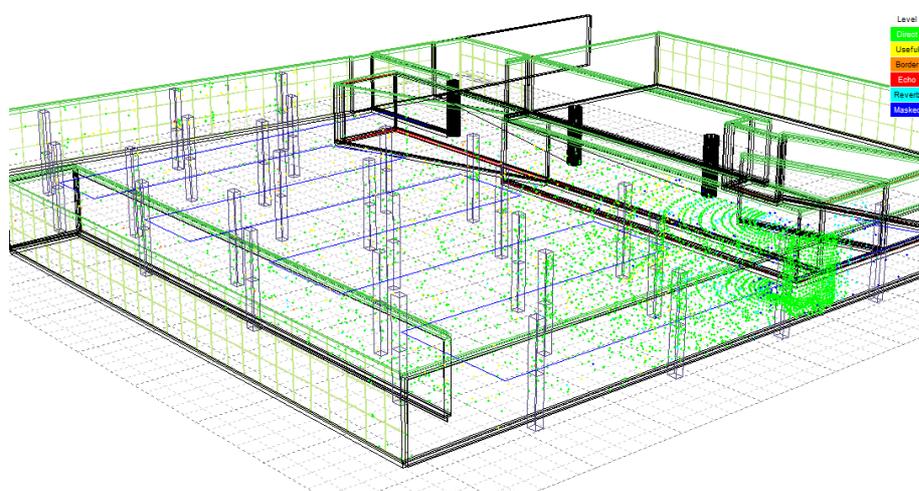


Figure VIII.58 : Séquence 14 RDC par surfaces d'incidence  
Source : Auteur, 2016

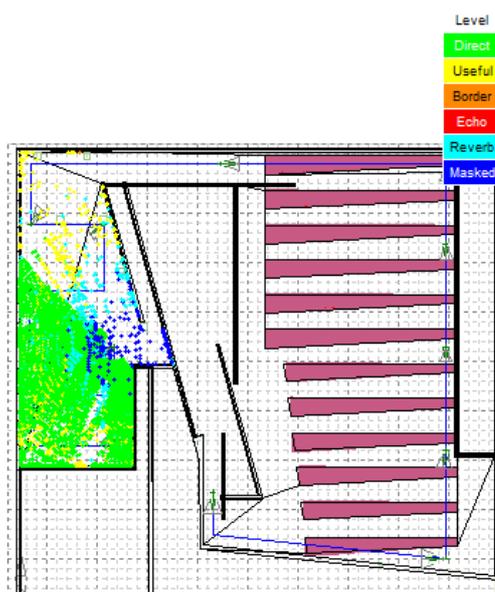


Figure VIII. 59 : Séquence 24 ETAGE 01 par surfaces d'incidence  
Source : Auteur, 2016

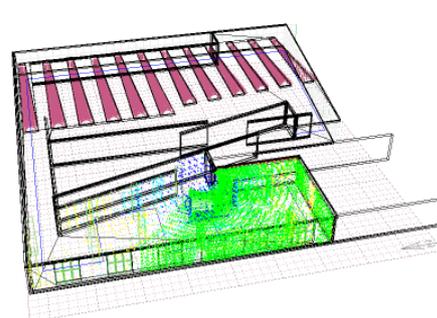


Figure VIII. 60 : Séquence 24 ETAGE 01 par surfaces d'incidence  
Source : Auteur, 2016

#### 4. Les caractéristiques de la conformation :

Il n'existe pas de discontinuité dans les caractéristiques de la conformation.

#### 1.9. Les musées situés en Belgique :

##### 1.9.01. Musée Hergé (Portzamparc 2006) :

- Parcours et séquences :

Le parcours se compose de 27 séquences sonores, qui sont réparties comme suit le premier niveau : le type 01 la source qui suit le parcours, le type 02 constitue les sources qui suivent de manière inverse le parcours. Le type 03 correspond aux sources qui ont subi une rotation de 45°. Au second niveau, le type 04 la source qui suit le parcours, le type 05 constitue les sources qui suivent de manière inverse le parcours. Le type 06 correspond aux sources qui ont subi une rotation de 45° (Tableau VIII. 25).

Tableau VIII.25 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée  
Source : Auteur, 2016.

<i>Le parcours</i>	<i>Le nombre de séquences</i>
Type 01	01
Type 02	04
Type 03	01
Type 04	02
Type 05	06
Type 06	01
Type 07	04
Type 08	04
Type 09	04
Total	27

Au troisième niveau, le type 07 la source qui suit le parcours, le type 08 constitue les sources qui suivent de manière inverse le parcours. Le type 09 correspond aux sources qui ont subi une rotation de 45°.

- Les caractéristiques des séquences :

##### **1. La source sonore :**

Les sources sonores suivent à 85% la direction du parcours, elles changent d'orientation dans 52% des cas.

##### **2. Les caractéristiques de l'onde sonore :**

Les discontinuités de l'onde sonore sont inexistantes dans ce cas d'étude, sauf pour le cas de la réfraction et les transmission parasites, ou nous notons 67% de discontinuités dans ces parcours.

##### **3. Les caractéristiques des sons selon les surfaces d'incidences :**

Nous avons constaté que les sons directs et utiles sont forts, et le son masqué est faible dans toutes les séquences, avec une absence de la frontière sonore et l'écho (Figure VII. 64,65,66,67).

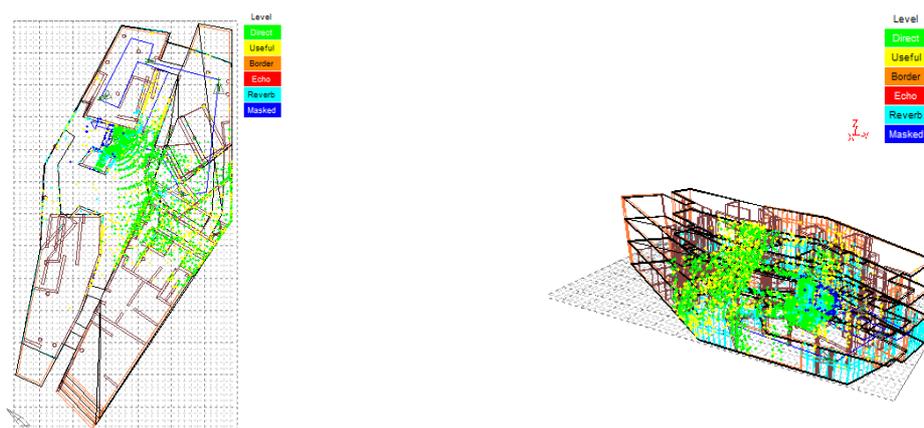


Figure VIII. 61.62 : Séquence 01 RDC par surfaces d'incidence  
Source : Auteur, 2016

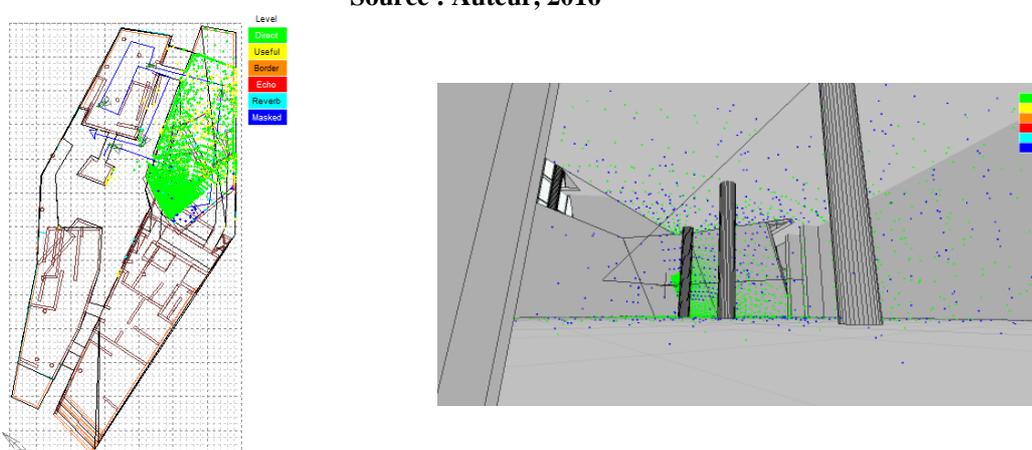


Figure VIII. 63 : Séquence 02 RDC par surfaces d'incidence  
Source : Auteur, 2016

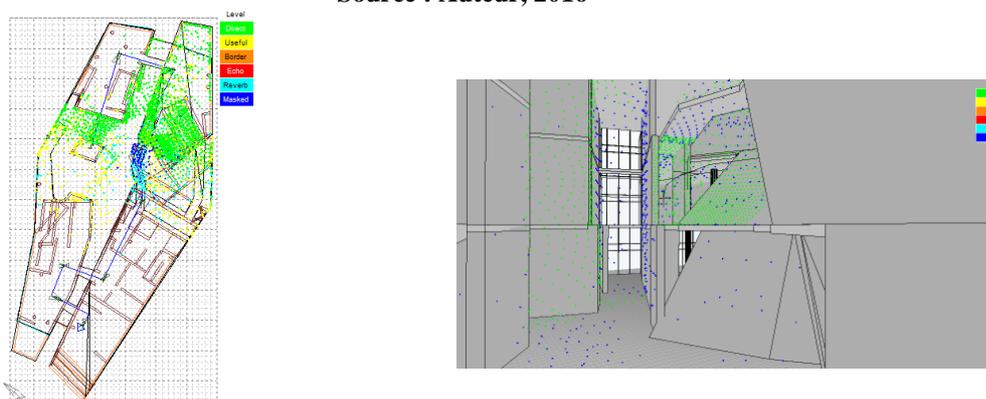


Figure VIII. 64 : Séquence 11 ETAGE 01 par surfaces d'incidence  
Source : Auteur, 2016

Nous avons constaté que les discontinuités existent dans le taux de réverbération qui est moyenne dans 67% des cas, et faible dans 33% de séquences.

Les correspondances ont révélé que dans la plupart des séquences les taux de réverbérations moyens correspondent à la géométrie régulière (Figure VII. 68,69).

La réverbération moyenne correspond à l'existence de transmission parasite dans la plupart des séquences sonore (Figure VII. 70).

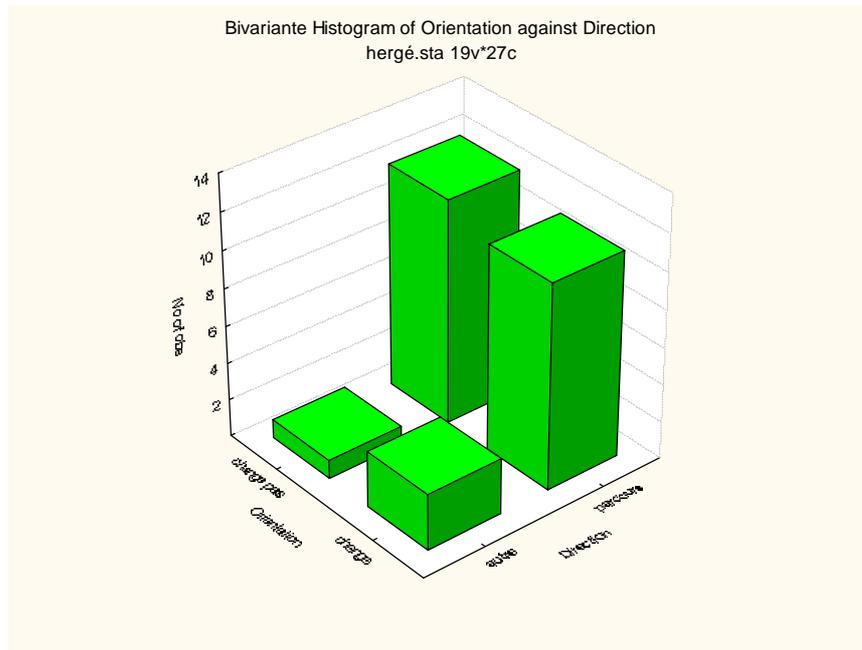


Figure VIII. 65 : Correspondance entre la direction et l'orientation  
Source : Auteur, 2016

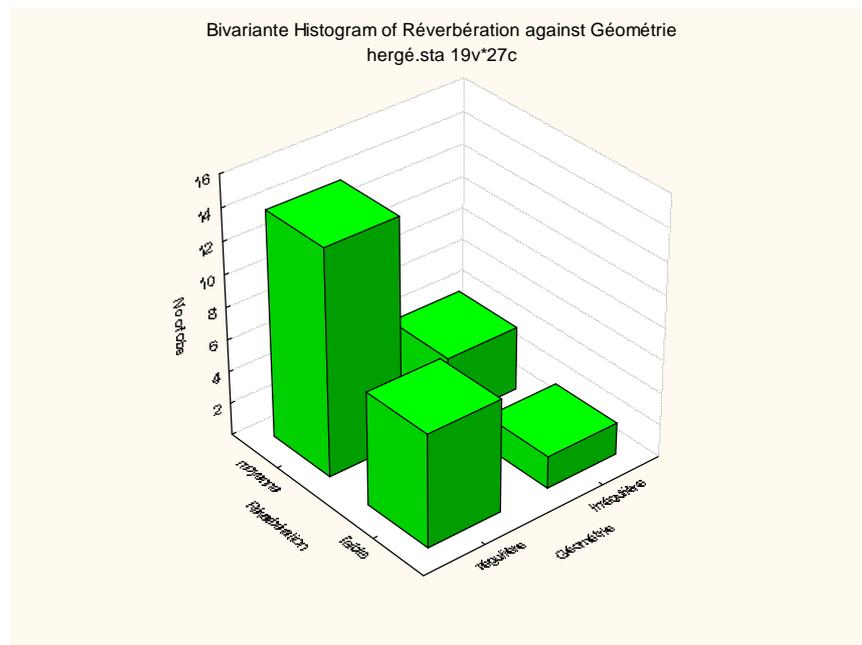


Figure VIII.66 : Correspondance entre la réverbération et la géométrie  
Source : Auteur, 2016

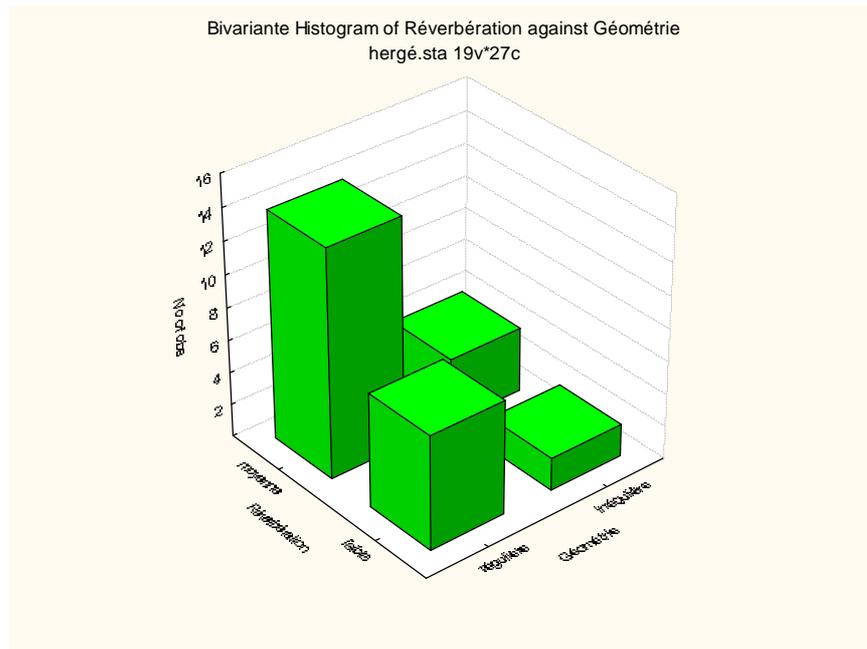


Figure VIII. 67 : Correspondance entre la réverbération et la transmission parasite  
Source : Auteur, 2016

**4. Les caractéristiques de la conformation :**

Les discontinuités des caractéristiques de la conformation sont liées au critère des géométries spatiales irrégulières et présente 22% des séquences.

**1.10. Le musée situé en Finlande :**

**1.10.1. Musée Nykytaiteen Kiasma, Helsinki, (Steven Holl 1993-1998):**

• **Parcours et séquences :**

Le parcours se compose de 15 séquences sonores, qui sont réparties comme suit le premier niveau : le type 01 la source qui suit le parcours, le type 02 constitue les sources qui subissent une rotation de 45° par rapport au parcours. Au second niveau, le type 03 la source extra parcours, le type 04 constitue les sources qui suivent de manière inverse le parcours. Le type 05 correspond aux sources qui ont subi une rotation de 45° (Tableau VIII. 26).

Tableau VIII. 26 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée  
Source : Auteur, 2016.

Le parcours	Le nombre de séquences
Type 01	01
Type 02	07
Type 03	01
Type 04	02
Type 05	04
Total	15

• **Les caractéristiques des séquences :**

**1. La source sonore :**

Les sources sonores suivent une autre direction que celle du parcours et ce dans 60% des cas, et l'orientation des sources sonores change dans 80% des cas.

## 2. Les caractéristiques de l'onde sonore :

Les discontinuités des caractéristiques de l'onde sonore sont absente, sauf pour le cas de la réfraction ou l'on constate un taux de 47%.

## 3. Les caractéristiques des sons selon les surfaces d'incidences :

Nous avons constaté que le son direct et utile sont fort dans toutes les séquences, contrairement au son masqué qui est faible. Cependant l'écho est inexistant dans toutes les séquences (Figure VII. 71,72).

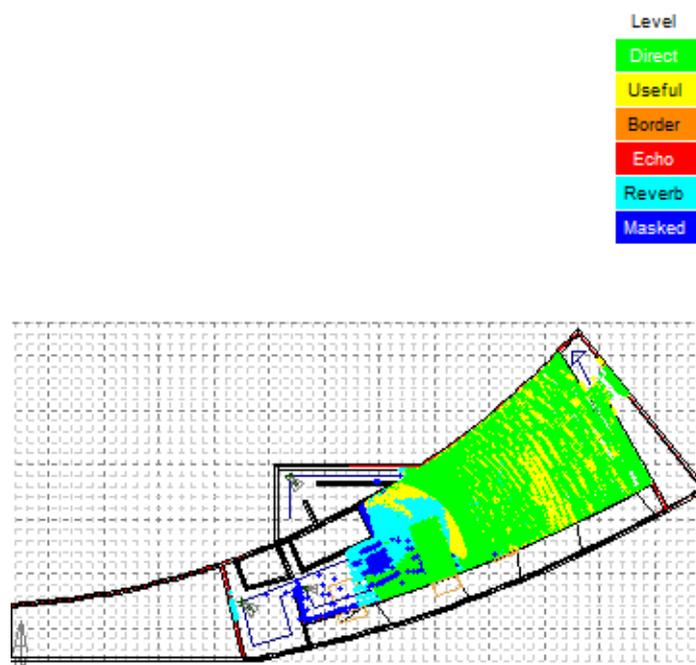


Figure VIII. 68 : Séquence 04 ETAGE 01 par surfaces d'incidence  
Source : Auteur, 2016

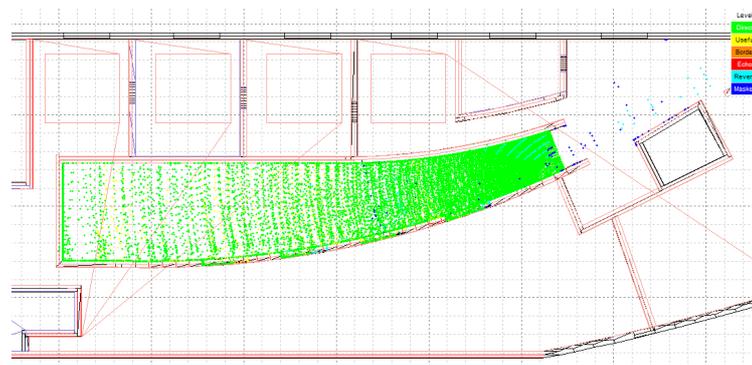


Figure VIII. 69 : Séquence 10 ETAGE 02 par surfaces d'incidence  
Source : Auteur, 2016

Nous avons constaté beaucoup de discontinuités de la réverbération, elle est forte dans 27% des cas, moyenne dans 67% des cas, et faible dans 7% des cas. Les discontinuités de la frontière sonore caractérisent 73% des séquences (Figure VII. 73,74).

La correspondance révèle que l'existence de la frontière sonore dans les séquences sonores correspond à une réverbération moyenne.

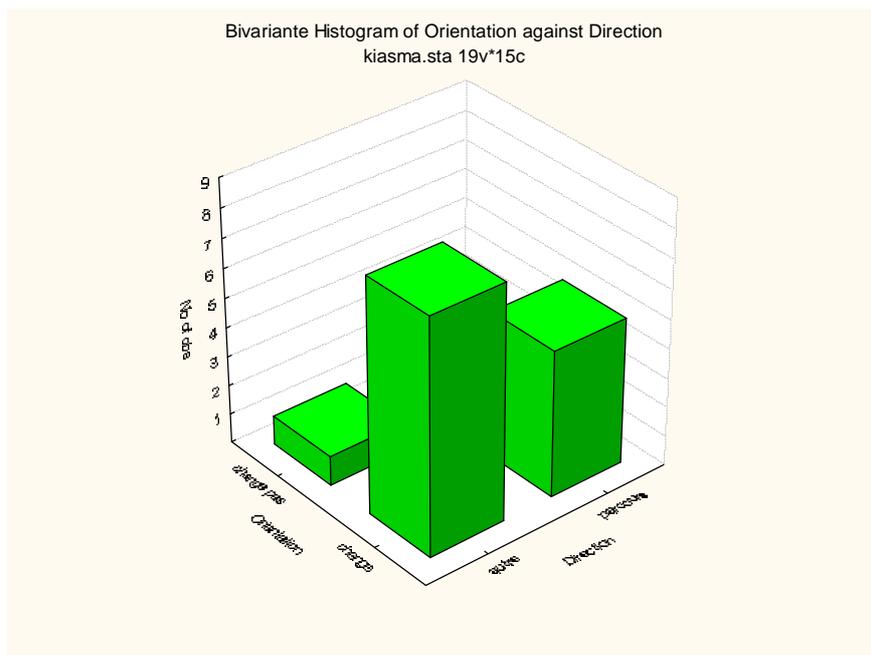


Figure VIII. 70 : Correspondance entre la direction et l'orientation  
Source : Auteur, 2016

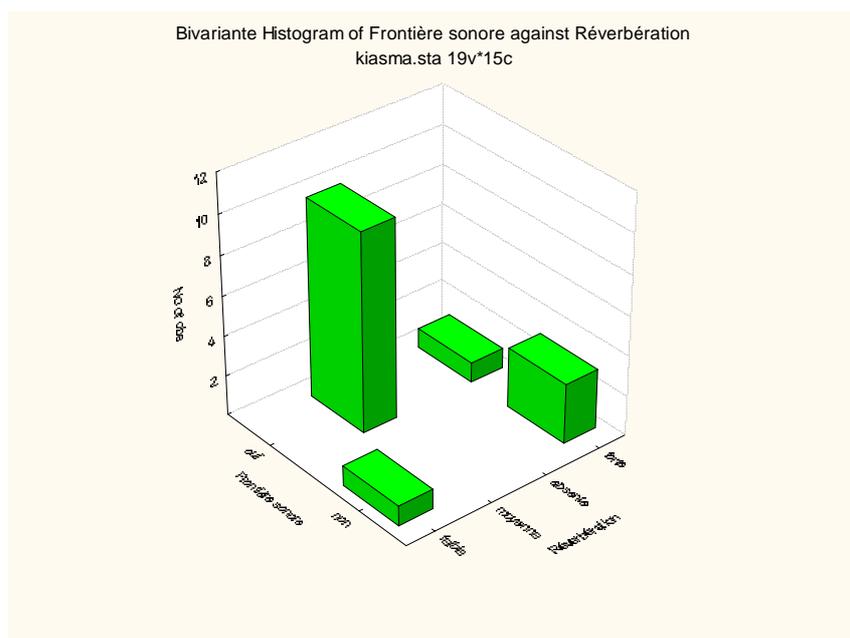


Figure VIII. 71 : Correspondance entre la réverbération et la frontière sonore  
Source : Auteur, 2016

#### 4. Les caractéristiques de la conformation :

Il n'existe pas de discontinuité dans les caractéristiques de la conformation.

**1.11. Le musée situé en Suède :**

**1.11.1. Le musée d’Art moderne et d’Architecture (Rafael Moneo 1990-1997) :**

• **Parcours et séquences :**

Le parcours se compose de 33 séquences sonores, qui sont réparties comme suit le premier niveau : le type 01 la source qui suit le parcours, le type 02 constitue les sources qui suivent un parcours inversé, le type 03 avec des sources extra au parcours. Au second niveau, le type 04 la source suit le parcours, le type 05 constitue les sources qui suivent de manière inverse le parcours. Le type 06 correspond aux sources qui ont subi une rotation de 45°. et le type 07 correspond aux sources qui ont subi une rotation de 90° (Tableau VIII. 27).

**Tableau VIII. 27 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée**  
Source : Auteur, 2016.

<i>Le parcours</i>	<i>Le nombre de séquences</i>
Type 01	02
Type 02	05
Type 03	02
Type 04	07
Type 05	05
Type 06	11
Type 07	01
Total	33

• **Les caractéristiques des séquences :**

**1. La source sonore :**

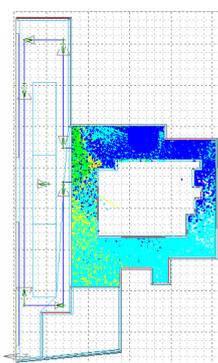
Les sources sonores suivent dans 70% des cas la direction du parcours, et elles changent d’orientation dans 64% des cas.

**2. Les caractéristiques de l’onde sonore :**

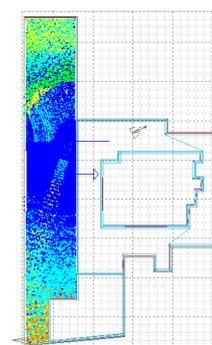
Les discontinuités des caractéristiques de l’onde sonore sont absentes, sauf pour le cas de la réfraction ou l’on constate un taux de 52%.

**3. Les caractéristiques des sons selon les surfaces d’incidences :**

Les sons directs et utiles sont moyens dans 61% des séquences, le son masqué et moyen dans 76% des séquences (Figure VII. 75, 76, 77).



**Figure VIII. 72 : Séquence 01 RDC par surfaces d’incidence**  
Source : Auteur, 2016



**Figure VIII. 73 : Séquence 02 RDC par surfaces d’incidence**  
Source : Auteur, 2016



Figure VIII. 74 : Séquence 10 Etage par surfaces d'incidence  
Source : Auteur, 2016

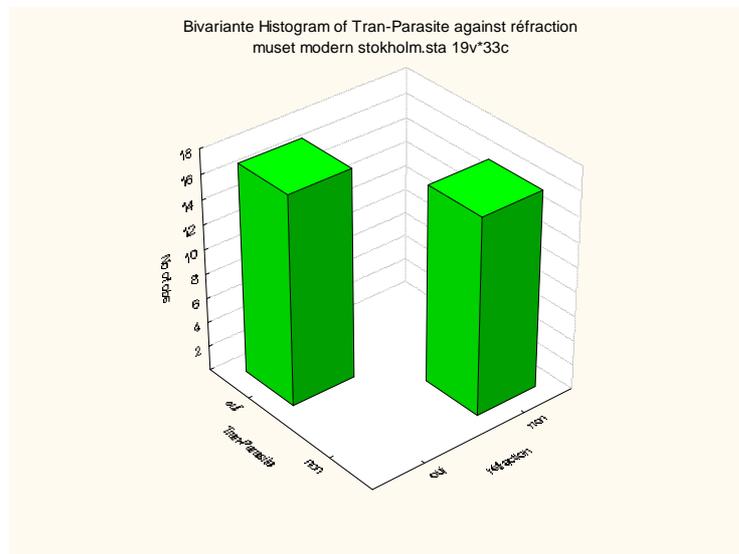


Figure VIII. 75 : Correspondance entre la réfraction et la transmission parasite  
Source : Auteur, 2016

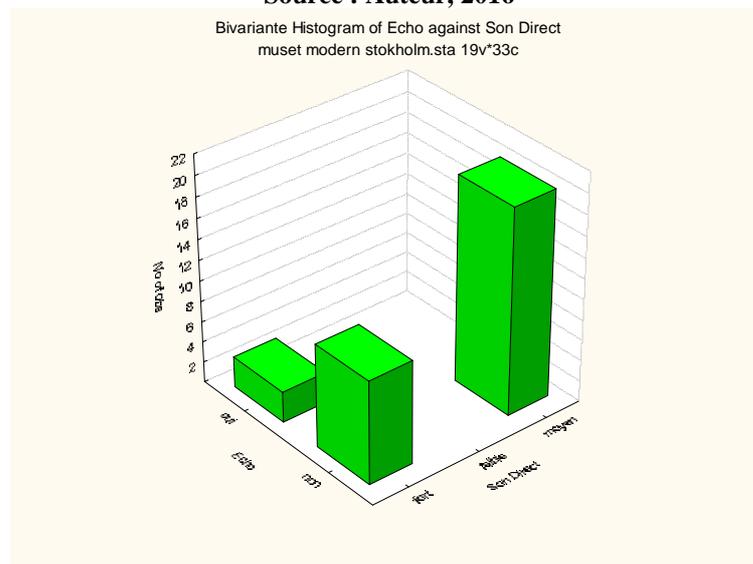


Figure VIII. 76 : Correspondance entre le son direct et l'écho  
Source : Auteur, 2016

Les discontinuités de la réverbération sont inexistantes. L'écho est présent dans 9% des cas. La frontière sonore caractérise 97% des séquences (Figure VII. 78, 79).

Les correspondances révèlent que dans la moitié des séquences sonores que quand il y'a la réfraction il y'a la transmission parasite. Et quand le son direct est moyen on n'a pas d'écho.

#### 4. Les caractéristiques de la conformation :

Il n'existe pas de discontinuité dans les caractéristiques de la conformation.

#### 1.12. Le musée situé au DANEMARK :

##### 1.12. 1. North Jutland Art Museum Alborg (Elissa and Alvar Aalto1998):

##### • Parcours et séquences :

Le parcours se compose de 18 séquences sonores, qui sont réparties comme suit au RDC : le type 01 dont la source suit le parcours. Le type 02 correspond aux sources extra parcours on a 01 séquence ; A l'étage et type 03 dont les sources sont extra parcours (Tableau VIII. 28).

**Tableau VIII. 28 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée**  
Source : Auteur, 2016.

<i>Le parcours</i>	<i>Le nombre de séquences</i>
Type 01	06
Type 02	01
Type 03	11
Total	18

##### • Les caractéristiques des séquences :

##### 1. La source sonore :

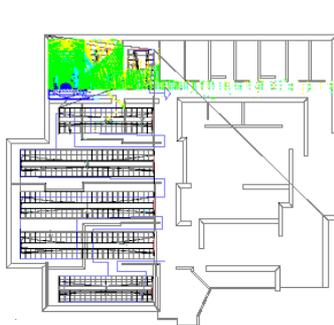
Les sources sonores ne suivent pas la direction du parcours dans 56% des séquences, et elles changent d'orientation dans toutes les séquences.

##### 2. Les caractéristiques de l'onde sonore :

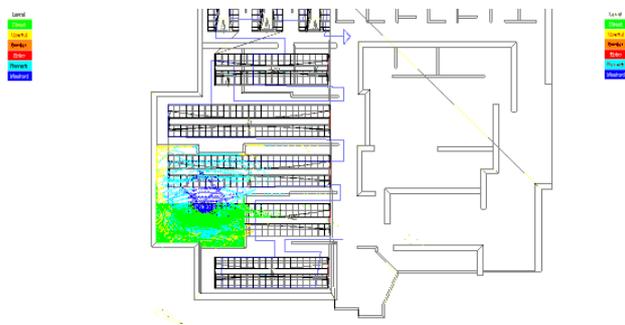
Nous avons constaté l'existence de discontinuité de réfraction avec un taux de 39%, la diffraction à 22%, et les transmissions parasites à 39%. Pour le reste des caractéristiques absences totales des discontinuités.

##### 3. Les caractéristiques des sons selon les surfaces d'incidences :

Nous avons constaté que le son utile est direct et fort dans toutes les séquences, contrairement au son masqué qui est faible.



**Figure VIII. 77 : Séquence 10 par surfaces d'incidence**



**Figure VIII. 78 : Séquence 16 par surfaces d'incidence**

Source : Auteur, 2016

Source : Auteur, 2016

La réverbération est moyenne dans 44% des séquences, elle est égale pour les séquences fortes et faible à 28%. Ce qui revoie à l'existence de discontinuités dans cette caractéristique.

Les seules discontinuités remarquées pour ce cas sont ceux de la frontière sonore à 33% (Figure VII. 80, 81).

#### 4. Les caractéristiques de la conformation :

Il n'existe pas de discontinuité dans les caractéristiques de la conformation.

##### 1.13. Le musée situé en Grèce :

##### 1.13.1. Musée de l'Acropole Athènes (Bernard Tschumi 2007) :

- Parcours et séquences :

Le parcours se compose de 16 séquences sonores, qui sont réparties comme suit au RDC : le type 01 dont la source suit le parcours. Le type 02 correspond aux sources qui ont subi une rotation de 45°, on a 02 séquence ; A l'étage et type 03 dont les sources sont dans la direction inverse du parcours, le type 04, Ou les sources subissent une rotation de 45°, et enfin le type 05 ou les sources suivent la direction du parcours, nous avons pour ce cas 05 séquences (Tableau VIII. 29).

**Tableau VIII. 29 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée**  
Source : Auteur, 2016.

<i>Le parcours</i>	<i>Le nombre de séquences</i>
Type 01	05
Type 02	02
Type 03	02
Type 04	02
Type 05	05
Total	16

- **Les caractéristiques des séquences :**

##### 1. La source sonore :

Toutes les sources sonores suivent la direction du parcours, et elles changent d'orientation dans 50% des cas.

##### 2. Les caractéristiques de l'onde sonore :

Il n'existe pas de discontinuité dans les caractéristiques de l'onde sonore.

##### 3. Les caractéristiques des sons selon les surfaces d'incidences :

Le son direct et le son utile sont fort dans 56% des cas, le son masqué est faible dans 75% des séquences (Figure VII. 82,83,84,85).

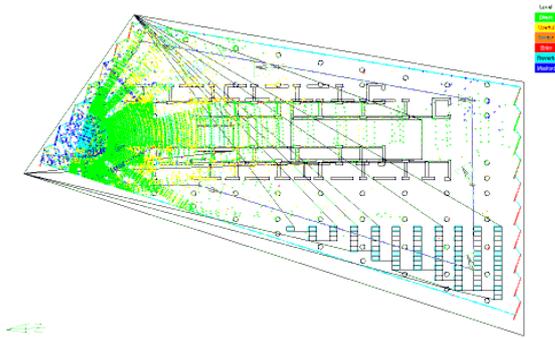


Figure VIII.79: Séquence 01 par surfaces d'incidence  
Source : Auteur, 2016

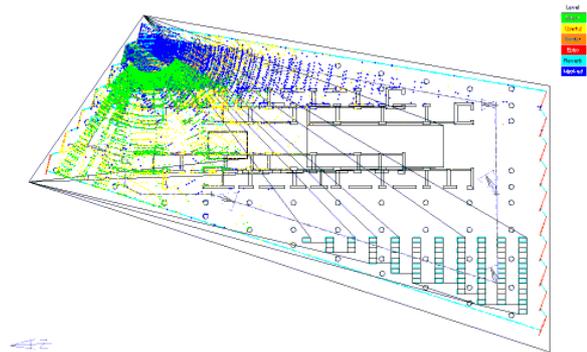


Figure VIII. 80 : Séquence 02 par surfaces d'incidence  
Source : Auteur, 2016

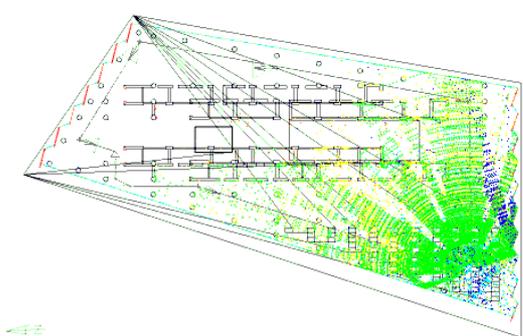


Figure VIII. 81 : Séquence 06 par surfaces d'incidence  
Source : Auteur, 2016

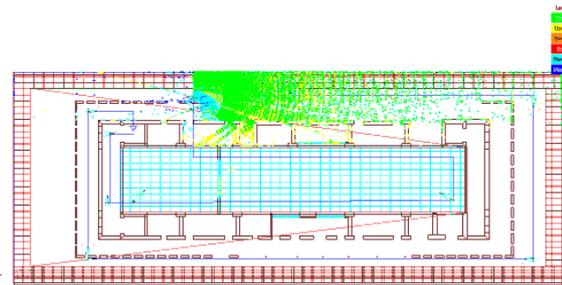


Figure VIII.82: Séquence 04 par surfaces d'incidence  
Source : Auteur, 2016

La réverbération est moyenne dans 75% des séquences, les discontinuités de la frontière sonore sont présentes à 69%, et l'écho à 75% (Figure VII. 86,87).

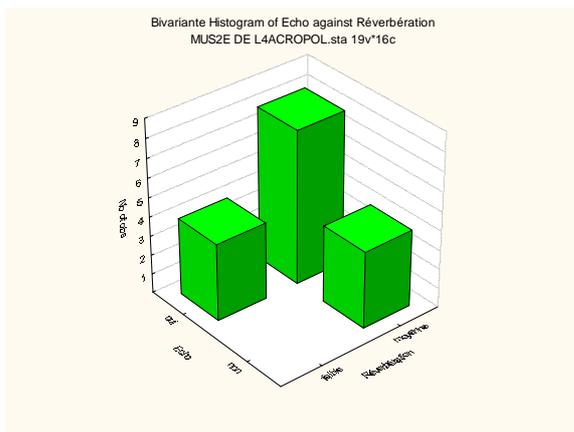


Figure VIII. 83 : Correspondance entre la réverbération et l'écho  
Source : Auteur, 2016

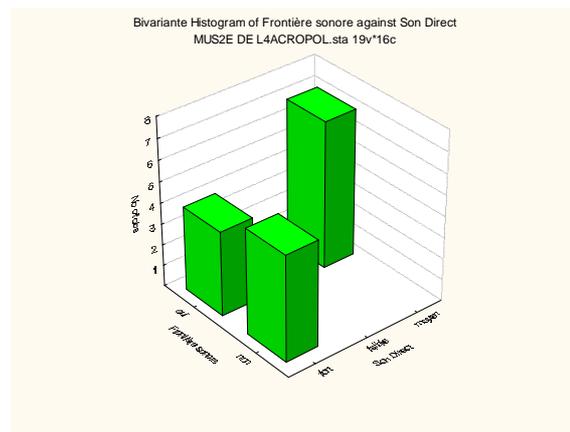


Figure VIII. 84 : Correspondance entre le son direct et la frontière sonore  
Source : Auteur, 2016

#### 4. Les caractéristiques de la conformation :

Il n'existe pas de discontinuité dans les caractéristiques de la conformation.

1.14. Le musée situé en Norvège :

1.14.1. Aukrustsentret Alvdal, Norvège (Sverre Fehn 1993-1996) :

• Parcours et séquences :

Le parcours se compose de 12 séquences sonores, qui sont réparties comme suit : le type 01 dont la source suit le parcours. Le type 04 correspond aux sources extra parcours on a 03 séquence ; et type 02 dont les sources suivent le parcours dans le sens inverse, et enfin le type 04, ou la source a subit une rotation de 45° parcours (Tableau VIII. 30).

Tableau VIII. 30 : Types et nombre de séquences sonores dans le musée  
Source : Auteur, 2016.

Le parcours	Le nombre de séquences
Type 01	07
Type 02	01
Type 03	01
Type 04	03
Total	12

• Les caractéristiques des séquences :

1. La source sonore :

Les sources sonores suivent le parcours dans 70% des cas, et l'orientation change dans 80% des cas.

2. Les caractéristiques de l'onde sonore :

Il n'existe pas de discontinuité dans les caractéristiques de l'onde sonore.

3. Les caractéristiques des sons selon les surfaces d'incidences :

Le son direct est fort dans toutes les séquences, le son utile est moyen dans 60% des séquences, et le son masqué est faible dans 90% des séquences (Figure VII. 88, 89).

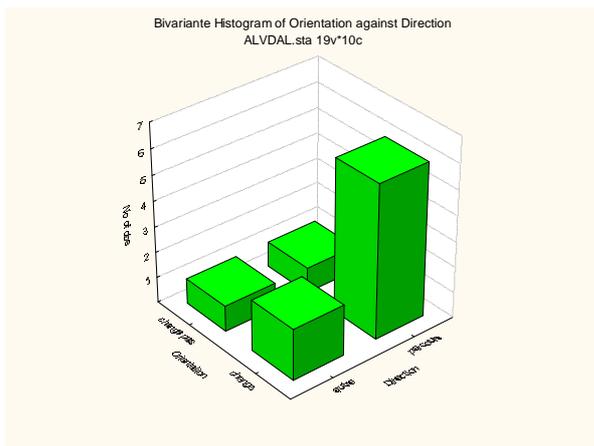


Figure VIII. 85 : Correspondance entre la direction et l'orientation  
Source : Auteur, 2016

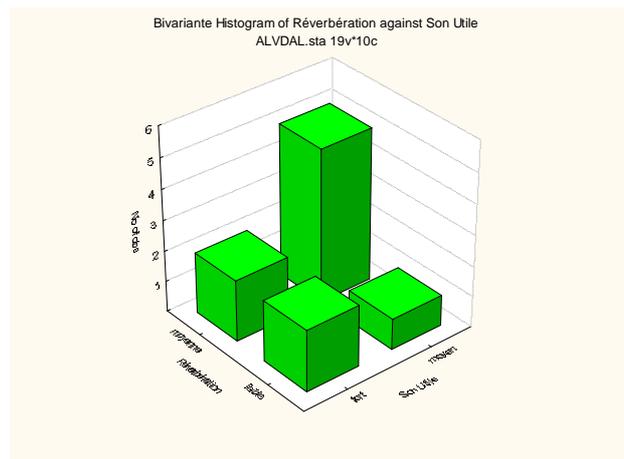


Figure VIII. 86 : Correspondance entre le son utile et la réverbération  
Source : Auteur, 2016

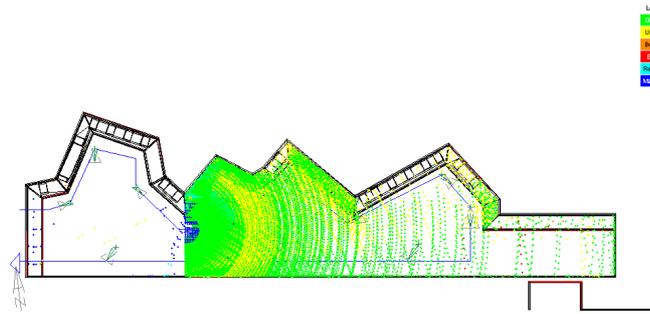


Figure VIII. 87 : Séquence 05 par surfaces d'incidence  
Source : Auteur, 2016

La réverbération est moyenne dans 70 % des cas, les discontinuités de la frontière sonore sont présente à 50%, et à 30% pour l'écho (Figure VII. 90).

**4. Les caractéristiques de la conformation :**

Il n'existe pas de discontinuité dans les caractéristiques de la conformation.

**2. les correspondances entre les différents musées :**

En ce qui concerne le son, les transformations continues caractérisent très essentiellement les variations des caractéristiques de l'environnement sonore tout au long du parcours muséal.

On a obtenu un total de 506 séquences sonores et les taux de discontinuités sont représentés dans le tableau (Tableau VII. 31) comme suit :

Tableau VIII. 31 : Récapitulatif des discontinuités sonores  
Source : Auteur, 2016.

Discontinuités majeurs		Discontinuités moyennes		Discontinuité faible	
Orientation	43%	Réfraction	43%	Diffraction	13%
Direction	73%	Son direct	53%	Transmission parasite	27%
Réverbération	77%	Frontière sonore	43%	Echo	20%
Son utile	57%			Son masqué	30%
				Géométrie	20%

**2.1. Résultats de l'analyse séquentielle pour les discontinuités sonores :**

**2.1.1. Les discontinuités d'orientation :**

Les discontinuités d'orientation sont liées au changement d'orientation de la source sonore tout au long du parcours muséal. La source sonore gardera donc les mêmes caractéristiques, mais l'ambiance sonore variera en fonction des caractéristiques physiques de l'espace muséal.

On citera le Musée Hergé (Figure VII. 91), où les sources sonores ne suivent pas la même orientation. Ce qui engendre des topologies sonores d'orientation.

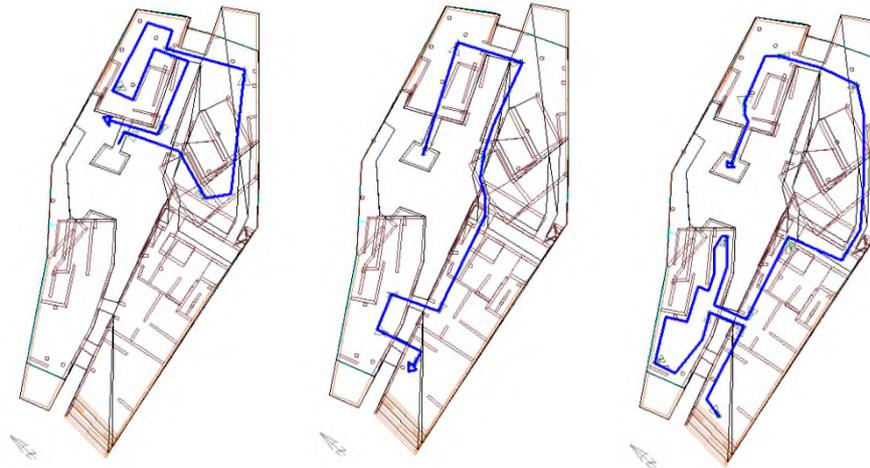


Figure VIII. 88 : Des discontinuités sonores d'orientation Musée Hergé  
Source : Auteur, 2016

### 2.1.2. Les discontinuités de direction :

Les discontinuités sonores de direction sont très liées au parcours, on les constate si la direction de la source sonore ne suit pas celle du parcours.

Les discontinuités sonores de direction varient tout au long du parcours, dans des cas la direction des sources suit celle du parcours comme dans le cas Musée SAMMLUNG GOETZ Munich, et dans d'autres elle n'est pas celle du parcours tel que le cas du Musée Nykyaiteen Kiasma, Helsinki (Figure VII. 92) .

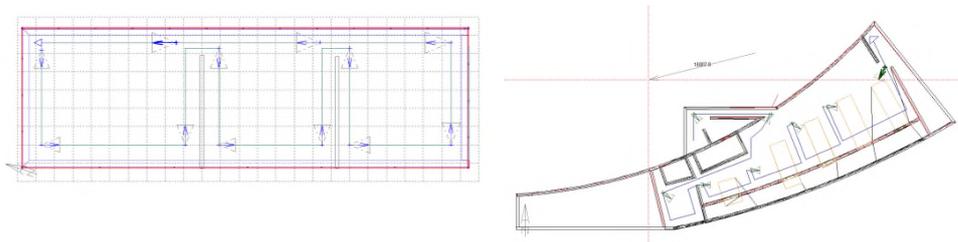


Figure VIII. 89 : les discontinuités de direction  
Source : Auteur, 2016

### 2.1.3. Les discontinuités de réverbération :

Les discontinuités de réverbération sont liées à l'existence de plusieurs réflexions sonores au sein de la même séquence, et qui sont variables d'une séquence à une autre.

On citera l'exemple du North Jutland Art Museum ou la réverbération est présente dans quelques séquences, absente dans d'autres, et même quand elle est présente elle est variable, elle est moyenne dans la séquence 02, et elle est faible dans la séquence 08 (Figure VII. 93, 94).



Séquence 02

Séquence 08

Figure VIII. 90.91: Discontinuités sonores de la réverbération cas du North Jutland Art Museum Alborg

Source : Auteur, 2016

#### 2.1.4. Les discontinuités de son utile (réfléchi) :

Le son réfléchi est le son utile dans l'étude de l'onde sonore, sa visualisation par le logiciel permet de déceler l'impact de l'onde sonore et les limites de cette dernière dans l'espace. Les discontinuités du son utile permettent de faire ressortir les limites de réflexion sonore. Dans des cas l'onde du son utile respecte la forme géométrique de l'espace, ce qu'on a constaté au Musée Nykytaiteen Kiasma, Helsinki (Figure VII. 95) . Dans d'autre cas comme celui du musée juif de Berlin elle dépasse la limite de la séquence simulée vers l'extérieur ou la séquence voisine.

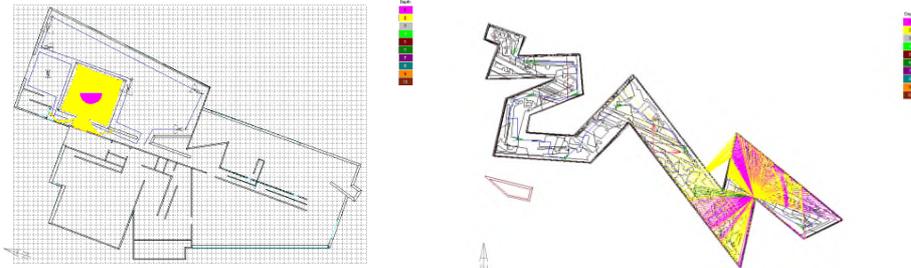


Figure VIII. 92 : Les discontinuités du son utile, Musée Nykytaiteen Kiasma, Helsinki et Musée juif de Berlin

Source : Auteur, 2016

#### 2.1.5. Les discontinuités de réfraction :

La discontinuité de réfraction caractérise la composition des parois de la séquence, elle apparaît quand les ondes sonores qui caractérisent la séquence subissent un changement d'angle dès qu'ils traversent les parois changeant ainsi de direction.

Cette cassure peut être au niveau des parois extérieures comme dans le cas du Musée Guggenheim Bilbao (Figure VII. 96), ou au niveau des les parois intérieures comme dans le Ara Pacis museum.

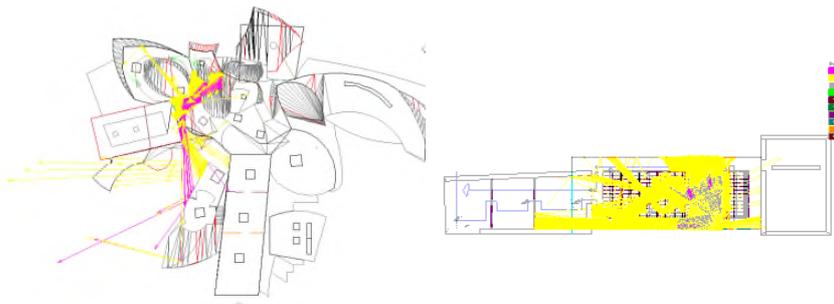


Figure VIII. 93 : les discontinuités de réfraction externe et interne

Source : Auteur, 2016

#### 2.1.6. Les discontinuités de son direct :

Les discontinuités de son direct sont liées à l'existence d'un obstacle ou à un élément modificateur de son qui empêche l'onde direct de passer de l'émetteur (guide) au récepteur (visiteur).

Les discontinuités sonores liées au son direct varieront en fonction de son intensité entre une séquence et une autre, on citera le cas du musée historique de Salzbourg ou le son direct est fort dans la plupart des séquences. Musée de l'Acropole Athènes, ou il est moyen, et le musée d'Art moderne et d'Architecture Stockholm, ou il est très faible (Figure VII. 97) .

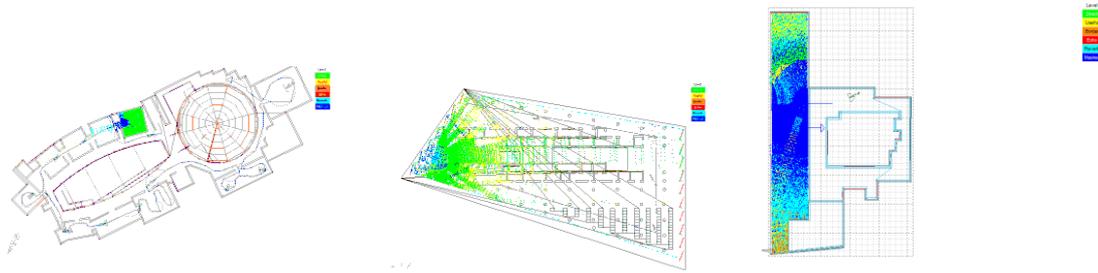


Figure VIII. 94 : Les discontinuités du son direct  
Source : Auteur, 2016

### 2.1.7. Les discontinuités de frontière sonore :

Les discontinuités des frontières sonores sont liées à l'existence des limites de la zone d'audibilité. C'est les endroits dans la conformation où le son est au-dessus ou au-dessous des limites audibles.

Nous citerons le musée du quai de Branly où on constate l'absence des frontières sonores et le Musée hydraulique où elle est présente dans la Séquence 11 (Figure VII. 98).

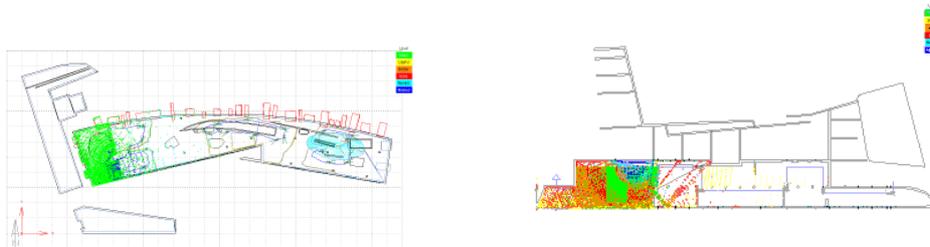


Figure VIII. 95 : Les discontinuités de la frontière sonore  
Source : Auteur, 2016

## 2.2. Les correspondances entre les discontinuités :

Après avoir repérer et identifier les discontinuités dans notre corpus d'étude, on a essayé de trouver les correspondances entre les discontinuités résultantes de notre analyse statistique, dans le but de regrouper les discontinuités favorables à la création des topologies sonores.

Nous avons obtenu des catégories de familles de correspondance qui sont :

### 2.2.1. Discontinuité de L'orientation/ la direction :

Il est à remarquer que les discontinuités de l'orientation sont souvent associées aux discontinuités de la direction, ces deux éléments caractérisent la source sonore.

Dans le du Musée National de Tayac de Jean-Pierre Buffi, on a constaté que la source sonore change de direction quand le parcours des espaces d'exposition est de forme fermé et circulaire, et la source devient fixe par rapport à l'orientation et à la direction dès que le parcours est de type linéaire.

### 2.2.2. Discontinuité de la Frontière sonore/le Son direct/le Son utile :

Les discontinuités des frontières sonores sont souvent associées aux discontinuités du son direct et à celles du son utile, dans la plupart des cas d'étude de notre corpus, et ce quel que soit le type de parcours (Figure VII. 99).

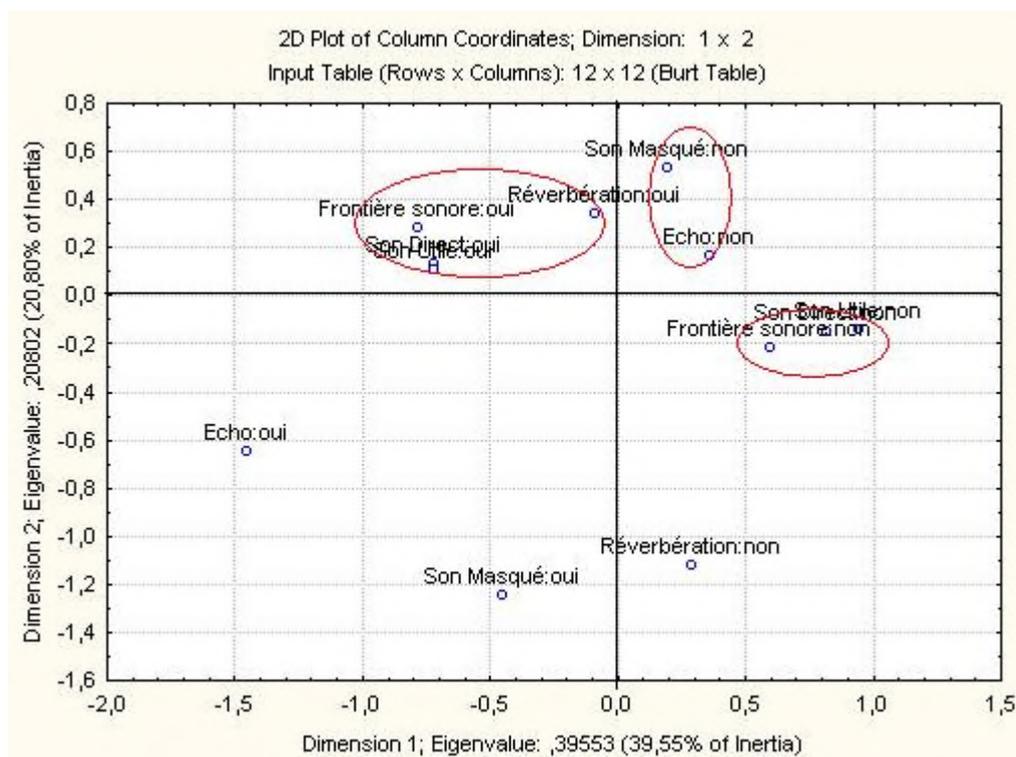


Figure VIII. 96 : la correspondance des discontinuités sonores  
Source : Auteur, 2016

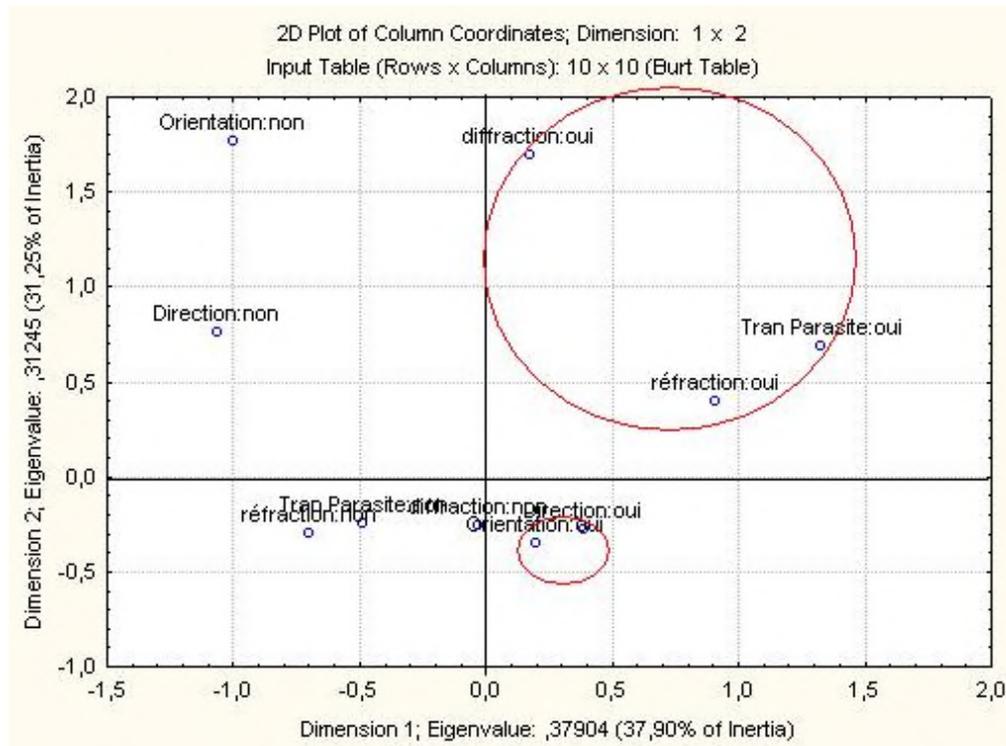
On cite l'exemple du Musée Hydraulique Espagne où les discontinuités de son direct renvoient aux discontinuités de son réfléchi et automatiquement à la discontinuité de la frontière sonore c'est le cas de 68% des musées de notre corpus d'étude, on peut aussi citer l'exemple du Musée Guggenheim Bilbao où la discontinuité de son direct renvoie aux discontinuités de son utiles et ce dans les deux cas de parcours qu'il soit linéaire ou labyrinthe.

### 2.2.3. Discontinuité du Son masqué /l'Echo :

Les discontinuités du son masqué sont très fortement liées aux discontinuités de l'écho. Les musées qui ont un taux très fort de son masqué sont ceux qui comportent beaucoup d'écho, le son masqué à la base est un son qui a une fréquence hors des fréquences audibles, l'explication de ce phénomène est liée au comportement de ce son s'il est en relation avec un matériau à forte propriété sonore capable de le rendre en état de réflexion changeante de fréquence, il engendre d'autres comportements de l'onde capable de provoquer l'écho. C'est le cas du Musée du Quai de Rudy Ricciotti, où les niveaux de son masqué sont élevés et correspondent à des taux d'écho très élevés.

#### 3.2.1.4. Discontinuité de la Réfraction /La diffraction/La transmission parasite :

Dans les trente musées de notre corpus d'étude, les discontinuités de réfraction sont associées aux discontinuités de diffraction et à celles des transmissions parasites (Figure VII. 100).



**Figure VIII. 97 : la correspondance des discontinuités sonores**  
Source : Auteur, 2016

C'est le cas de la majorité des musées déconstructivistes, nous pouvons citer le musée juif de belin ou même celui de Guggenheim de Bilbao, ou dans le parcours nous trouverons ces trois correspondances à un pourcentage de 87%.

#### **Synthèse :**

Les topologies sonores existent dans l'espace architectural muséal, elles sont en relation directe avec le guide de visite, qui devrait dans des conditions favorables, se déplacer sur un parcours qui traverse et relie les différents espaces de l'exposition. Pour notre cas, les espaces des expositions permanentes, dans lesquels l'auditeur s'arrêtera pour apprécier les œuvres exposées, écouter ce que le guide de l'exposition va lui raconter, ensuite continuer son chemin vers un autre espace.

Le résultat de notre recherche a mis en exergue la possibilité de cartographier le son dans l'espace architectural comme dans l'espace urbain. Les deux méthodes employées pour l'urbain peuvent aussi être utiles pour l'architectural. D'abord la topographie du paysage sonore, qui permettra de lire rapidement ce qui compose un paysage sonore architectural, ensuite les limites topographiques de son audibilité.

L'existence de topologies sonores (type : la Frontière sonore/le Son direct/le Son utile) séparées ou combinées ne sont pas directement liées au type de parcours.

Nous avons aussi remarqué que pour les musées à parcours centré ou linéaire les discontinuités sonores sont celles liées à L'orientation et à la direction. La majorité des musées qui se caractérisent par ses topologies sont ceux de la nouvelle avant-garde.

Pour les topologies sonores (la Réfraction /La diffraction/La transmission parasite) nous les trouvons surtout dans les parcours labyrinthiques ou mixtes, en d'autres mots dans les musées déconstructivistes.

Nous noterons à cet effet que parfois l'architecte crée volontairement un genre d'espace particulier abritant une topologie sonore particulière, cette topologie peut correspondre à l'existence de l'Echoc par exemple, ou à la réverbération.

Comme cette citation dans le texte journalistique qui décrit le Musée d'ethnographie suisse : « *Nous avons analysé la fin du plateau que représente le quartier des Tranchées, la relation haute-ville, basse-ville que nous avons résolue de façon assez nette, parce que quand on se promène le long de la rue Ferdinand Hodler, on est dominé par le bruit... Nous avons retenu, pour la visite d'un Musée d'ethnographie, une notion de voyage, de méditation presque, de mystère, d'atmosphère propice à la découverte ; nous avons voulu une ambiance calme, sereine, tranquille, ce qui nous a amenés à mettre l'entrée du côté de la place Sturm.* » (Necker.L et Détraz .C, 1997) et pourtant le musée est riche en écho et en réverbération dans 70% des séquences. Même constat pour le Bonnefanten Museum, Maastricht, où l'analyse nous a permis de déceler sa richesse en réverbérations et pourtant dans les textes journalistiques nous retrouvons une autre description : « *aux espaces une certaine ambiance sereine et tranquille* » (Foulon P. J, 2001).

Pour le cas du Beyeler Riehen par exemple nous parlons « *des salles sont d'une tranquillité...* » (Meier. R et Sean. S, 1999). Alors que nous avons des topologies sonores de réfractions et de transmission parasite.

Il est à remarquer que pour notre recherche, nous avons pris l'espace architectural muséal sonore conçu par l'architecte, et nous avons repris les conditions réelles dans le logiciel. Cependant les conditions de l'ambiance sonore ont été modifiées par les traitements d'entreprise de muséographie, qui a pris en charge les conditions sonores de l'expositions après la réception finale du musée.

Le traitement muséographique des musées consiste à optimiser et à changer complètement les conditions sonores initiales créées et recherchées par l'architecte, nous pouvons à cet effet citer le cas du musée du quai de Branly ou de celui du musée d'Hergé, où la projection sonore remplace le guide dans quelques séquences d'exposition.

### **Conclusion :**

Pour rappelle après la définition de la notion du parcours, nous avons conclu que la notion de séquence sonore se définit comme un évènement sonore, le parcours sonore constitue la succession de plusieurs évènement sonore. La nature du signal physique sonore est invisible à l'œil nu, de ce fait et afin de le mettre en exergue nous avons opté pour la simulation, la simulation nous permettra de visualiser et évaluer les séquences sonores.

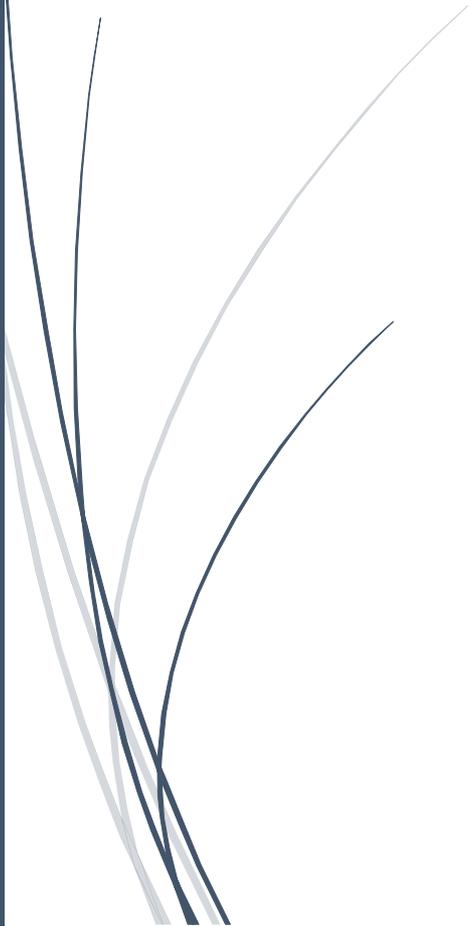
La liaison entre les séquences sonores est très variable, elle est continue parfois quand les caractéristiques de la séquence demeurent inchangeables, et discontinue quand on remarque une transition que nous qualifions de discontinuité entre les séquences.

Cette recherche nous a permis de mettre en exergue ces discontinuités sonores caractérisant le parcours muséal et les espaces d'exposition permanente, influant sur l'ambiance sonore au sein du musée. Elle nous a montré aussi que les correspondances qui peuvent exister entre différentes discontinuités, peuvent nous créer des catégories de discontinuités, capables de s'associer au sein de la même séquence.

Nous avons pu démontrer à travers cette étude que la topologie peut offrir une nouvelle spatialité à l'espace architectural basée sur les variations de l'ambiance sonore au sein de ce dernier.

CHAPITRE 09

## **LES DISCONTINUITES DES SEQUENCES THERMIQUES MUSEALES**



**Introduction :**

Dans ce chapitre nous allons étudier les discontinuités thermiques qui peuvent caractériser un parcours muséal, pour ce faire, le recours à la modélisation restera plus qu'indispensable. Nous avons donc pris le même musée sous ecotect est nous avons inséré la grille climatique après avoir effectué les réglages nécessaires, nous avons simulé afin d'obtenir les résultats pour les cas de l'année les plus défavorables.

Dans ce qui va suivre nous allons utiliser les acronymes suivants : pour les écarts saisonniers hivernaux : i) les écarts hivernaux le matin(H.M), ii) les écarts hivernaux à midi (H.MI) ii) les écarts hivernaux l'après-midi (H.AM). Pour les écarts saisonniers de la mi saison : i) les écarts de la mi saison le matin (M.I.S.M), ii) les écarts de la mi saison à midi (M.I.S.MI) ii) les écarts de la mi saison l'après-midi (M.I.SAM). : Pour les écarts saisonniers estivaux : i) les écarts estivaux le matin(E.M), ii) les écarts estivaux à midi (E.MI) ii) les écarts estivaux l'après-midi (E.AM).

Nous allons dans ce qui va suivre étudier les écarts de température existants, dans une période précise de la journée ensuite, commenté les écarts saisonniers globaux, et à la fin commenté l'écart annuel.

Le type de séquences est fonction de la température moyenne radiante enregistré à l'heure de la simulation.

**1. La lecture du cas par cas :**

**1.1. Les musées situés en France :**

**1.1.1Musée départemental préhistoire (Roland Simounet 1981) :**

**1.1.1. 1. Les écarts de températures dans le Parcours et les séquences :**

Nous avons remarqué que la conception du parcours de visite n'a pas une relation directe avec les changements de la température moyenne radiante toute au long du parcours, le type de séquence dans ce cas d'étude renvoie au degré de température qui caractérise le parcours.

• **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin, midi, après-midi :** les discontinuités des écarts de températures le matin, à midi ou un après midi d'hivers pour la journée la plus froide sont inexistantes, le parcours constitue une seule séquence, ou la température est maintenue à 8° (Figure IX. 01).

➤ Il n'existe pas des discontinuités d'écart de température hivernal pour ce cas d'étude.

• **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin, midi, après-midi :** les discontinuités des écarts de températures le matin, à midi et l'après-midi de mi saison pour la journée demi saison Sont inexistantes, le parcours constitue une seule séquence, ou la température est maintenue à 12°.

➤ Il n'existe pas des discontinuités d'écart de température de mi saison pour ce cas d'étude.

• **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin :** les discontinuités des écarts de températures le matin d'été pour la journée la plus chaude sont inexistantes, le parcours constitue une seule séquence, ou la température est maintenue à 24°.

**Midi :** pour un midi de la journée la plus chaude le parcours se compose de 18 séquences, dont 50% sont de 24° et le reste à 28°, il existe donc des discontinuités des écarts de températures.

**Après midi :** pour un après midi de la journée la plus chaude le parcours se compose de 05 séquences, dont 60% sont de 28° et le reste à 24°, il existe donc des discontinuités de températures.

➤ Les discontinuités des écarts de température caractérisent en période estival, la période de midi et l'après midi avec un pourcentage total de 67%.

- **Commentaire annuel :**

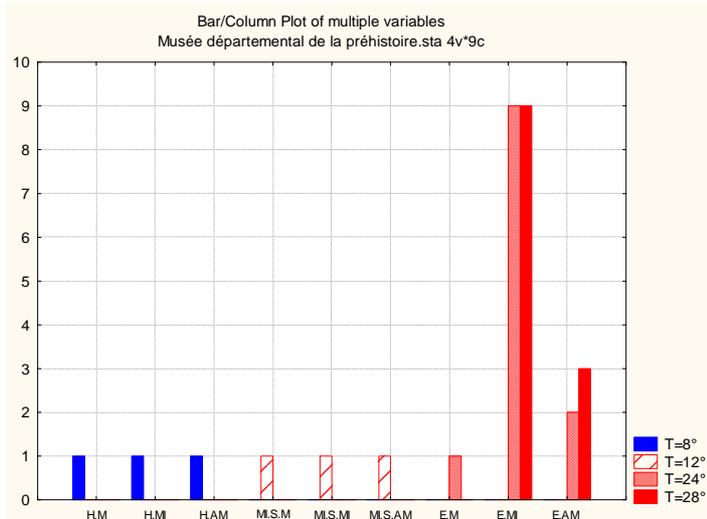


Figure. 01 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, le période, la température).

Source : Auteur, 2016.

Les discontinuités annuelles des écarts de température son d'un taux de 25% et caractérisent surtout la période estivale.

## **1.2. Musée des Beaux-Arts de Grenoble (Olivier Félix-Faure, Antoine Félix-Faure et Philippe Macary Lorenzo Piqueras. 1990-1994) :**

### **1.2.1. Les écarts de températures dans le Parcours et les séquences :**

- **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin, midi, après midi :** pour un matin, midi, après midi d'hivers de la journée la plus froide, le parcours se compose de 04 séquences, réparties entre une température de 10 et 13° à égalité. Ce qui contribue à l'existence de discontinuité thermiques (Figure IX. 02).

➤ Les discontinuités caractérisent la période de la journée, mais si on prend les écarts journaliers pour la saison on remarque qu'il y'a absence de discontinuité saisonnière.

- **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin, midi, après midi :** pour un matin, midi, après-midi de mi saison de la journée la mi saison, le parcours se compose de 15 séquences, réparties entre une température de 13° à 40° et 18° à 60%. Ce qui contribue à l'existence de discontinuité thermiques.

➤ Les discontinuités caractérisent la période de la journée, mais si on prend les écarts journaliers pour la saison on remarque qu'il y'a absence de discontinuité saisonnière.

- **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin, midi, après midi :** les discontinuités des écarts de températures le matin, midi, après midi d'été pour la journée la plus chaude sont inexistantes, le parcours constitue une seule séquence, ou la température est maintenue à 26° (Figure IX. 02).

➤ Il n'existe pas des discontinuités d'écart de température hivernal journalier pour ce cas d'étude.

- **Commentaire annuel :**

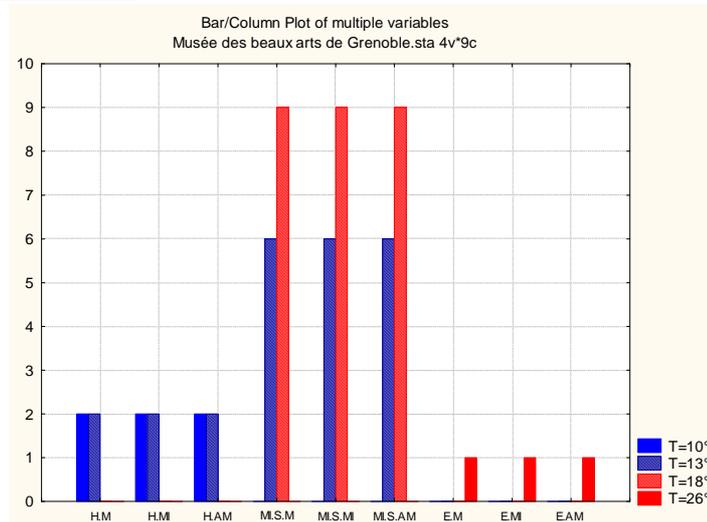


Figure IX. 02 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température).

Source : Auteur, 2016.

Malgré l'existence de discontinuités dans la période estival, cette discontinuité restera la même et le parcours et considéré comme stable thermiquement, les discontinuités thermiques annuel les sont de 75% pour ce cas d'étude.

### **1.3. Musée national de Tavac (Jean-Pierre Buffi 1985-2004) :**

#### **1.3.1. Les écarts de températures dans le Parcours et les séquences :**

- **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin :** pour un matin de la journée la plus froide, le parcours de compose de 13 séquences, répartie sur la température de 9° avec un taux de 54% et le reste des séquences à 13°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi :** pour un midi de la journée la plus froide, le parcours de compose de 21 séquences, répartie sur la température de 9° avec un taux de 48% et le reste des séquences à 13°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Après midi :** pour un après midi de la journée la plus froide, le parcours de compose de 18 séquences, réparties sur la température de 9° avec un taux de 50% et le reste des séquences à 13°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ En plus des discontinuités périodiques, les discontinuités journalières et saisonnières sont existantes (Figure IX. 03).

- **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin :** pour un matin de la journée de mi saison, le parcours de compose de 07 séquences, réparties sur la température de 13° avec un taux de 57% et le reste des séquences à 17°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi** : pour un midi de la journée de mi saison, le parcours de compose de 03 séquences, réparties sur la température de 13° avec un taux de 66% et le reste des séquences à 17°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Après midi** : pour un après midi de la journée de mi saison, le parcours de compose d'une seule séquence à 17° de température.

- En plus des discontinuités périodiques, les discontinuités journalières sont existantes.

- **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin, midi et après midi** : les discontinuités des écarts de températures le matin, à midi ou un après-midi d'été pour la journée la plus chaude sont inexistantes, le parcours constitue une seule séquence, ou la température est maintenue à 21°.

- Il n'existe pas des discontinuités d'écart de température estivale journalier pour ce cas d'étude.

- **Commentaire annuel :**

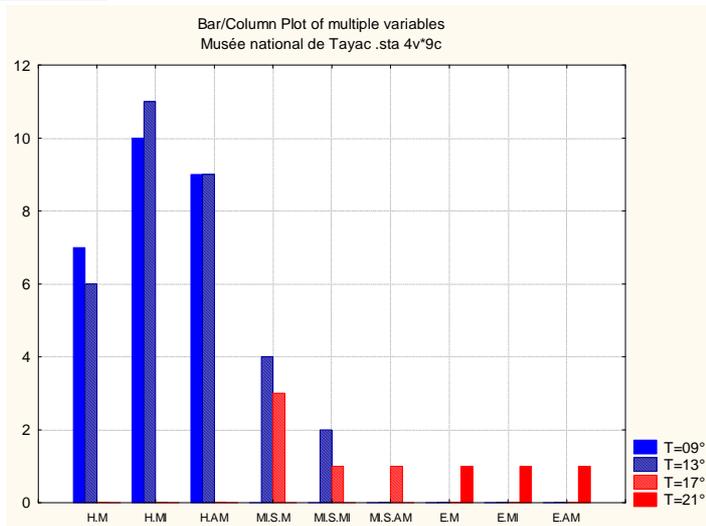


Figure IX I. 03 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température).

Source : Auteur, 2015.

Les discontinuités saisonnières caractérisent la période hivernale et la période de la mi saison, les discontinuités thermiques annuelles sont de 75% pour ce cas d'étude (Figure IX. 03).

#### **1.4. Musée du quai de Branly Nouvel (Jean Nouvel 2006) :**

##### **1.4.1. Les écarts de températures dans le Parcours et les séquences :**

###### **RDC**

- **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin, midi, après midi** : les discontinuités des écarts de températures le matin, midi, après midi d'hivers pour la journée la plus froide sont inexistantes, le parcours constitue une seule séquence, ou la température est maintenue à 4°.

- Il n'existe pas des discontinuités d'écart de température hivernal pour ce cas d'étude.

- **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin** : pour un matin de la journée de mi saison, le parcours de compose de 03 séquences, réparties sur la température de 12° avec un taux de 66% et le reste des séquences à 16°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi :** pour un midi de la journée de mi saison, le parcours de compose de 05 séquences, réparties sur la température de 12° avec un taux de 60% et le reste des séquences à 16°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Après midi :** pour un après midi de la journée de mi saison, le parcours de compose de 07 séquences, réparties sur la température de 12° avec un taux de 57% et le reste des séquences à 16°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

- En plus des discontinuités périodiques, les discontinuités journalières et saisonnières sont existantes.

- **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin :** pour un matin de la journée d'été la plus chaude, le parcours de compose de 06 séquences, réparties sur la température de 20° avec un taux de 50% et le reste des séquences à 24°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi :** pour un midi de la journée d'été la plus chaude, le parcours de compose de 10 séquences, réparties sur la température de 20° avec un taux de 50% et le reste des séquences à 24°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Après midi :** pour un midi de la journée d'été la plus chaude, le parcours de compose de 05 séquences, réparties sur la température de 20° avec un taux de 40% et le reste des séquences à 24°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

- En plus des discontinuités périodiques, les discontinuités journalières et saisonnières sont existantes.

**ETAGE 01 :**

- **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin :** pour un matin de la journée la plus froide, le parcours de compose de 08 séquences, répartie sur la température de 8° avec un taux de 63% et le reste des séquences à 12°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi, après midi :** pour un midi, et après midi de la journée la plus froide, le parcours de compose de 05 séquences, répartie sur la température de 8° avec un taux de 80% et le reste des séquences à 12°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

- En plus des discontinuités périodiques, les discontinuités journalières sont existantes.

- **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin, midi :** pour un matin, un midi de la journée de mi saison, le parcours de compose de 07 séquences, réparties sur la température de 16° avec un taux de 57% et le reste des séquences à 20°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Après midi :** pour un après midi de la journée de mi saison, le parcours de compose de 09 séquences, réparties sur la température de 16° avec un taux de 56% et le reste des séquences à 20°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

- En plus des discontinuités périodiques, les discontinuités journalières sont existantes.

- **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin :** pour un matin de la journée d'été la plus chaude, le parcours de compose d'une seule séquence à une température de 24°.

**Midi :** pour un midi de la journée d’été la plus chaude, le parcours de compose de 05 séquences, réparties sur la température de 24° avec un taux de 20% et le reste des séquences à 28°, ce qui revoit à l’existence des discontinuités thermiques.

**Après midi :** pour un midi de la journée d’été la plus chaude, le parcours de compose de 06 séquences, réparties sur la température de 24° avec un taux de 34% et le reste des séquences à 28°, ce qui revoit à l’existence des discontinuités thermiques.

➤ En plus des discontinuités périodiques, les discontinuités journalières sont existantes.

• **Commentaire annuel :**

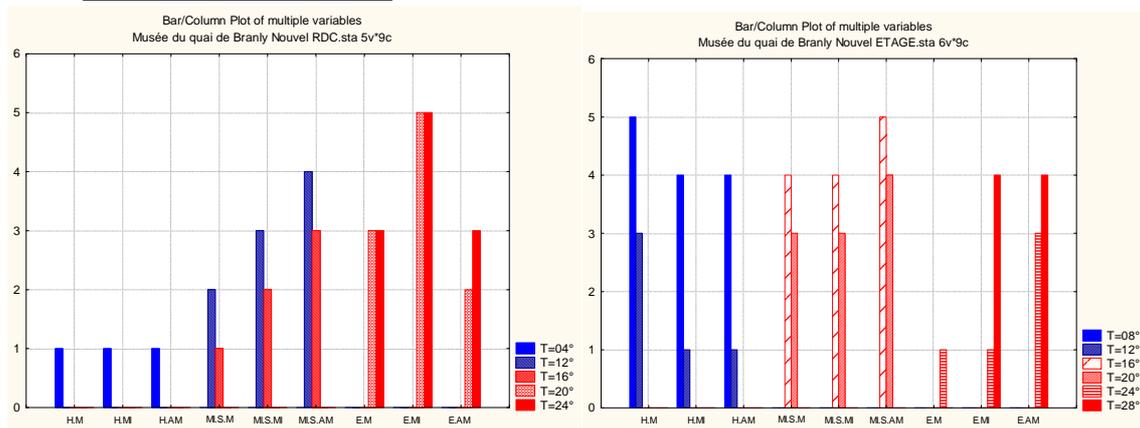


Figure IX. 04 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température).  
Source : Auteur, 2015.

Pour le RDC, les discontinuités saisonnières caractérisant la période de la mi saison et l’été, les discontinuités thermiques annuel sont de 75%, pour le premier niveau les discontinuités saisonnières caractérisent toutes les périodes de l’année, les discontinuités thermiques annuel sont de 100% pour ce cas d’étude. Ce qui renvoie à un taux annuel global de 87 ,5% pour le cas d’étude (Figure IX. 04).

**1.5. Musée de l’histoire naturelle (Paul Chemetov et Borja Huidobro 1987-1993) :**

**1.5.1. Les écarts de températures dans le Parcours et les séquences :**

Tableau IX. 01 : récapitulatif des températures et le nombre des séquences dans le parcours en fonction des saisons

Source : Auteur, 2016.

Hivers					
Matin		Midi		Après midi	
Parcours	N séquences	Parcours	N séquences	Parcours	N séquences
Type 01 (04°)	01	Type 01 (04°)	01	Type 01 (04°)	01
Mi saison					
Matin		Midi		Après midi	
Parcours	N séquences	Parcours	N séquences	Parcours	N séquences
Type 01 (08°)	01	Type 01 (12°)	01	Type 01 (08°)	01
Eté					
Matin		Midi		Après midi	
Parcours	N séquences	Parcours	N séquences	Parcours	N séquences
Type 01 (18°)	01	Type 01 (24°)	01	Type 01 (24°)	01

Les écarts de température journaliers sont inexistantes pour ce cas d'étude, il est à remarquer que pour la journée la plus froide de l'année le parcours constitue une seule séquence global de 4°, pour la mi saison la température reste stable toute la journée à 8°, et enfin un pour la journée la plus chaude la température enregistrée le matin avoisine les 18°, un écart est constaté entre celle là et ceux de midi et de l'après midi qui seront fixé à 24°. cet écarts n'a pas une grande influence vu que le parcours constitue dans tout les cas une seule séquence.

- **Commentaire annuel :**

Les discontinuités annuelles pour ce cas d'étude sont de 75%.

### **1.6. Concours MQB Rudy Ricciotti 1994 :**

#### **1.6.1. Les écarts de températures dans le Parcours et les séquences :**

ETAGE 01 :

- **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin :** pour un matin de la journée la plus froide, le parcours de compose de 17séquences, répartie sur la température de 4° avec un taux de 53% et le reste des séquences à 8°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi :** pour un midi de la journée la plus froide, le parcours de compose de 08 séquences, répartie sur la température de 4° avec un taux de 50% et le reste des séquences à 8°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Après midi :** pour un après midi de la journée la plus froide, le parcours de compose de 17séquences, répartie sur la température de 4° avec un taux de 53% et le reste des séquences à 8°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ En plus des discontinuités périodiques, les discontinuités journalières sont existantes (Figure IX. 05).

- **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin :** pour un matin de la journée de mi saison, le parcours de compose de 34 séquences, réparties sur la température de 4° avec un taux de 21% et le reste des séquences à 8° avec un taux de 53% et reste à 12°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi :** pour un midi de la journée de mi saison, le parcours de compose de 47 séquences, réparties sur la température de 4° avec un taux de 23% et le reste des séquences à 8°, 12° et 16° avec le même taux de 25,66%, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Après midi :** pour un après midi de la journée de mi saison, le parcours de compose de 26 séquences, réparties sur la température de 4° avec un taux de 4% et à 8° avec un taux de 50%, à 12° pour le reste des séquences, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ En plus des discontinuités périodiques, les discontinuités journalières sont existantes.

- **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin :** pour un matin de la journée d'été la plus chaude, le parcours de compose de 25 séquences, réparties sur la température de 16° avec un taux de 25% et à 20° avec un taux de 44% et reste à 24°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi :** pour un midi de la journée d'été la plus chaude, le parcours de compose de 37 séquences, réparties sur la température de 16° avec un taux de 30% et à 20° avec un taux de 38% et reste à 24°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques

**Après midi :** pour un midi de la journée d'été la plus chaude, le parcours de compose de 29 séquences, réparties sur la température de 16° avec un taux de 28% et à 20° avec un taux de 45% et reste à 24°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques (Figure ix. 05)

- En plus des discontinuités périodiques, les discontinuités journalières sont existantes. Les discontinuités saisonnières caractérisent toutes les périodes de l'année les discontinuités thermiques annuel sont de 75% pour ce cas d'étude.

ETAGE 02 :

- **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin, Midi, Après midi :** pour un matin ou un midi ou un après midi de la journée la plus froide, le parcours de compose de 5 séquences, réparties sur la température de 4° avec un taux de 40% et à 8° avec un taux de 20% et reste à 16°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

- En plus des discontinuités périodiques, les discontinuités journalières sont existantes (Figure ix. 06).

- **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin :** pour un matin de la journée de mi saison, le parcours de compose de 5 séquences, réparties sur la température de 4° avec un taux de 40% et à 12° avec un taux de 20% et reste à 20°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi et après midi :** pour un midi ou un après midi de la journée de mi saison, le parcours de compose de 6 séquences, réparties sur la température de 4° et 20° avec un taux de 33% et le reste des séquences à 12° et 24° avec le même taux de 17%, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

- En plus des discontinuités périodiques, les discontinuités journalières et saisonnières sont existantes (Figure ix. 06).

- **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin :** pour un matin de la journée d'été la plus chaude, le parcours de compose de 4 séquences, réparties sur la température de 16° avec un taux de 50% et à 20° avec un taux de 25% et reste à 24°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi :** pour un midi de la journée d'été la plus chaude, le parcours de compose de 5 séquences, réparties sur la température de 16° avec un taux de 40% et à 20°, 24°, 28° avec un taux de 20%, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Après midi :** pour un après midi de la journée d'été la plus chaude, le parcours de compose de 6 séquences, réparties sur la température de 16° avec un taux de 33% et à 20°, 24°, 28° avec un taux de 16,75%, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

- En plus des discontinuités périodiques, les discontinuités journalières sont existantes (Figure ix. 06).

- **Commentaire annuel :**

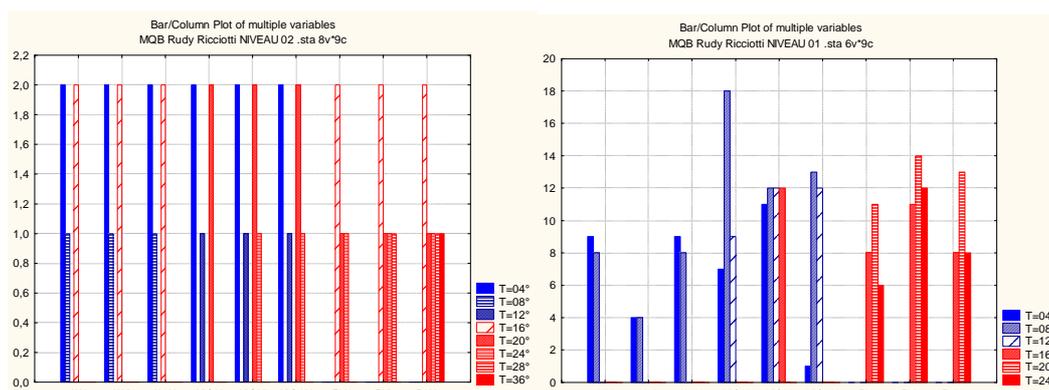


Figure IX. 05.06 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température).

Source : Auteur, 2016.

Pour le premier niveau les discontinuités saisonnières caractérisent toutes les périodes de l'année, les discontinuités thermiques annuel sont de 100%, pour le second niveau les discontinuités caractérisent la période de mi saison et l'été ce qui donne un taux total de 75%. La moyenne des discontinuités annuelle pour ce cas d'étude est 87,5%.

## 2. Les musées situés en Allemagne :

### 2.1. Musée SAMMLUNG GOETZ (Jacques Herzog and Pierre de Meuron 1989-1992) :

#### 2.1B.1. Les écarts de températures dans le Parcours et les séquences :

Etage 01 et 02 :

- Les écarts de températures hivernaux :

**Matin, midi, après-midi :** les discontinuités des écarts de températures le matin, midi ou après-midi d'hivers pour la journée la plus froide sont inexistantes, le parcours constitue une seule séquence, ou la température est maintenue à 2°.

- Les écarts de températures des mi saisons :

**Matin :** pour un matin de la journée de mi saison, le parcours de compose de 04 séquences, réparties sur la température de 2° avec un taux de 50% et le reste des séquences à 6°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi :** pour un midi de la journée de mi saison, le parcours de compose de 06 séquences, réparties sur la température de 2° avec un taux de 50% et le reste des séquences à 6°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Après-midi :** pour un après-midi de la journée de mi saison, le parcours de compose de 5 séquences, réparties sur la température de 2° avec un taux de 40% et le reste des séquences à 6°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

- Les écarts de températures estivaux :

**Matin :** pour un matin de la journée d'été la plus chaude, le parcours se compose de 9 séquences, réparties sur la température de 18° avec un taux de 56% et à 26° pour le reste, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi :** pour un midi de la journée d'été la plus chaude, le parcours se compose de 10 séquences, réparties sur la température de 18° avec un taux de 50% et à 26° avec un taux de 40% et reste à 34°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Après-midi :** pour un midi de la journée d'été la plus chaude, le parcours se compose de 7 séquences, réparties sur la température de 18° avec un taux de 57% et à 26° avec un taux de 43% ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ En plus des discontinuités périodiques, les discontinuités journalières sont existantes.

**R.D.C :**

Tableau IX. 02 : récapitulatif des températures et le nombre des séquences dans le parcours en fonction des saisons

Source : Auteur, 2016.

Hivers					
Matin		Midi		Après midi	
Parcours	N séquences	Parcours	N séquences	Parcours	N séquences
Type 01 (0°)	01	Type 01 (0°)	01	Type 01 (0°)	01
Mi saison					
Matin		Midi		Après midi	
Parcours	N séquences	Parcours	N séquences	Parcours	N séquences
Type 01 (13°)	01	Type 01 (13°)	01	Type 01 (13°)	01
Été					
Matin		Midi		Après midi	
Parcours	N séquences	Parcours	N séquences	Parcours	N séquences
Type 01 (22°)	01	Type 01 (22°)	01	Type 01 (22°)	01
		Type 02 (25°)	05		

- **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin, midi, après-midi :** les discontinuités des écarts de températures le matin, midi ou après-midi d'hivers pour la journée la plus froide sont inexistantes, le parcours constitue une seule séquence, ou la température est maintenue à 0°.

- **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin, midi, après-midi :** les discontinuités des écarts de températures le matin, midi ou après-midi de mi saison sont inexistantes, le parcours constitue une seule séquence, ou la température est maintenue à 13° (Figure IX. 07).

- **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin, après-midi :** les discontinuités des écarts de températures le matin ou l'après-midi de l'été sont inexistantes, le parcours constitue une seule séquence, ou la température est maintenue à 22°.

**Midi :** pour un midi de la journée d'été la plus chaude, le parcours se compose de 6 séquences, réparties sur la température de 22° avec un taux de 17% et à 25° avec un taux de 40% et reste à 34°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

- **Commentaire annuel :**

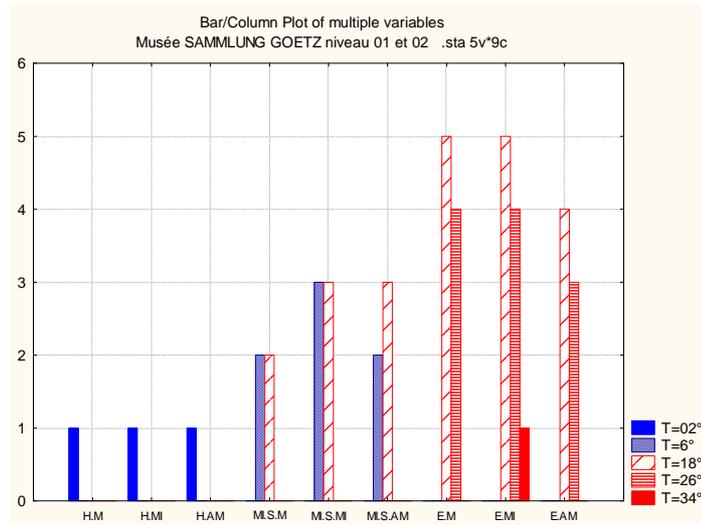


Figure IX. 07 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température).  
Source : Auteur, 2016.

Pour les RDC les discontinuités saisonnières caractérisent juste la période estivale avec un taux de 25%, pour le second niveau les discontinuités caractérisent la période de demi saison et l’été ce qui donne un taux total de 75%. La moyenne des discontinuités annuelle pour ce cas d’étude est 58,33% (Figure IX. 07).

**2.2. Humbuguer Bahenhof museum (Josef Paul Kleihues 1988):**

**2.2.1. Les écarts de températures dans le Parcours et les séquences :**

• **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin, midi, après-midi :** pour un matin, un midi ou un après-midi de la journée la plus froide, le parcours de compose de 10séquences, répartie sur la température de 4° avec un taux de 50% et le reste des séquences à 8°, ce qui revoit à l’existence des discontinuités thermiques.

➤ Les discontinuités journalières sont inexistantes.

• **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin et après-midi :** pour un matin et un après-midi de la journée de mi saison, le parcours de compose de 7 séquences, réparties sur la température de 4° avec un taux de 43% et le reste des séquences à 8°, ce qui revoit à l’existence des discontinuités thermiques.

**Midi :** pour un midi de la journée de mi saison, le parcours de compose de 11 séquences, réparties sur la température de 4° avec un taux de 18% et le reste des séquences à 8°avec 55%, et le reste à 12°, ce qui revoit à l’existence des discontinuités thermiques.

➤ En plus des discontinuités périodiques, les discontinuités journalières sont existantes.

• **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin et après midi :** pour un matin et un après-midi de la journée d’été la plus chaude, le parcours de compose de 9 séquences, réparties sur la température de 8° et 12° avec un taux de 22% et le reste à 20°, ce qui revoit à l’existence des discontinuités thermiques.

**Midi :** pour un midi de la journée d'été la plus chaude, le parcours se compose de 11 séquences, réparties sur la température de 20° avec un taux de 55% et à 12° avec 27,5%, et le reste à 8°, ce qui revient à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ En plus des discontinuités périodiques, les discontinuités journalières sont existantes.

- **Commentaire annuel :**

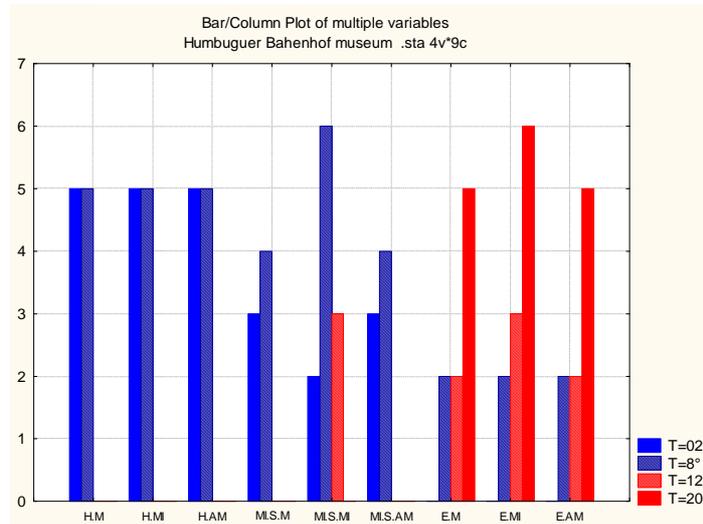


Figure IX. 08 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température).

Source : Auteur, 2016.

Les discontinuités caractérisent la période de mi saison et l'été ce qui donne un taux annuel total de 75% (Figure IX. 08).

### **2.3. Vitra design museum (Frank Gehry 1988-1989):**

#### **2.3.1. Les écarts de températures dans le Parcours et les séquences :**

RDC :

- **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin, midi, après-midi :** pour un matin, midi, après-midi de la journée la plus froide, le parcours constitue une seule séquence thermique de 0°

➤ Absence des discontinuités journalières et saisonnières

- **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin,** pour un matin de la journée de mi saison, le parcours se compose de 03 séquences, répartie sur la température de 8° avec un taux de 67%, et 12° pour le reste, ce qui revient à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi :** pour un midi de la journée de mi saison, le parcours se compose de 04 séquences, réparties sur la température de 8° et 12° avec un taux de 50%, ce qui revient à l'existence des discontinuités thermiques.

**Après-midi :** pour un après-midi de la journée de mi saison, le parcours se compose de 07 séquences, réparties sur la température de 8° avec un taux de 57% et 12° pour le reste des séquences, ce qui revient à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ Les discontinuités journalières et saisonnières existent pour ce cas d'étude.

- **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin :** pour un matin de la journée la plus chaude, le parcours de compose de 05 séquences, réparties sur la température de 12° avec un taux de 42% et 16° avec un taux de 50% et le reste à 20°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi :** pour un midi de la journée la plus chaude, le parcours de compose de 10 séquences, réparties sur la température de 12° avec un taux de 50% et 16° avec un taux de 40% et le reste à 20°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Après-midi :** pour un après-midi de la journée la plus chaude, le parcours de compose de 10 séquences, réparties sur la température de 12° avec un taux de 40% et 16° avec un taux de 50% et le reste à 20°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

- Les discontinuités journalières et saisonnières existent pour ce cas d'étude.

**ETAGE :**

- **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin, midi, après-midi :** pour un matin, midi, après-midi de la journée la plus froide, le parcours constitue une seule séquence thermique de 4°

- Absence des discontinuités journalières et saisonnières.

- **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin, midi :** pour un matin, et midi de la journée de mi saison, le parcours se compose de 03séquences, répartie sur la température de 4° avec un taux de 67%, et 8° pour le reste, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Après-midi :** pour un après-midi de la journée de mi saison, le parcours se compose de 05 séquences, réparties sur la température de 4° avec un taux de 80% et 8°pour le reste des séquences, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

- Les discontinuités journalières et saisonnières existent pour ce cas d'étude.

- **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin, midi, après-midi :** pour un matin, midi et après midi de la journée la plus chaude, le parcours de compose de 05 séquences, réparties sur la température de 8° avec un taux de 40% et 12° avec un taux de 40% et le reste à 18°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ Les discontinuités journalières existent pour ce cas d'étude, mais les saisonnières sont inexistantes.

- **Commentaire annuel :**

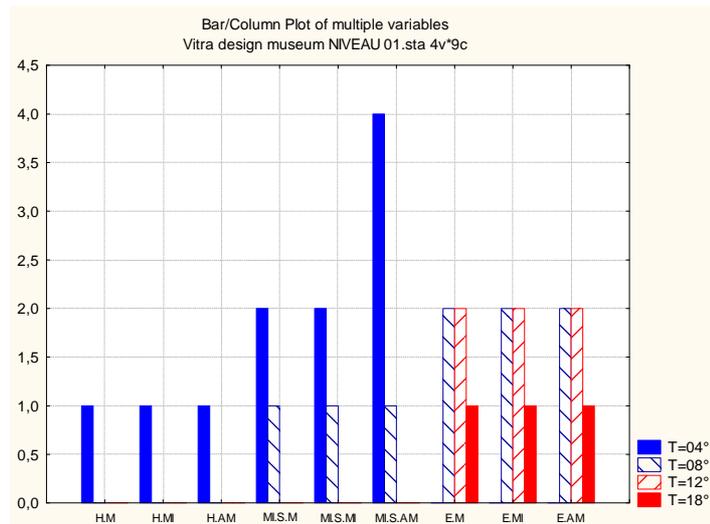


Figure IX. 09 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température).  
Source : Auteur, 2016.

Pour le RDC les discontinuités caractérisent toutes les périodes à part l'hiver, ce qui nous donne un taux annuel de 75%, pour l'étage nous observons un taux de 50%. Le taux global des discontinuités annuelles s'est de 62,5% (Figure IX. 09).

#### 2.4. Musée juif de Berlin (Daniel Libeskind 1999) :

##### 2.4.1. Les écarts de températures dans le Parcours et les séquences :

ETAGE 1 et 2 :

- Les écarts de températures hivernaux :

**Matin, midi, après-midi :** les discontinuités des écarts de températures le matin, midi ou après-midi d'hivers pour la journée la plus froide sont inexistantes, le parcours constitue une seule séquence, ou la température est maintenue à 4°.

➤ Les discontinuités saisonnières hivernales sont inexistantes pour ce cas d'étude.

- Les écarts de températures des mi saisons :

**Matin :** pour un matin de la journée de mi saison, le parcours de compose de 4 séquences, réparties sur la température de 4° et 8° avec un taux de 50%, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi :** pour un midi de la journée de mi saison, le parcours de compose de 9 séquences, réparties sur la température de 4° avec un taux de 56% et le reste des séquences à 8°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Après-midi :** pour un après-midi de la journée de mi saison, le parcours de compose de 15 séquences, réparties sur la température de 8° avec un taux de 47% et 12° avec un taux de 40% et le reste à 4°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ En plus des discontinuités périodiques, les discontinuités journalières et saisonnières sont existantes.

- Les écarts de températures estivaux :

**Matin :** pour un matin de la journée la plus chaude, le parcours de compose de 11 séquences, réparties sur la température de 25° avec un taux de 55% et 33° avec un taux de 36% et le reste à 21°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi :** pour un midi de la journée la plus chaude, le parcours de compose de 8 séquences, réparties sur la température de 21° et 25° avec un taux de 50%, ce qui revoit à l’existence des discontinuités thermiques.

**Après-midi :** pour un après-midi de la journée la plus chaude, le parcours de compose de 4 séquences, réparties sur la température de 21° et 25° avec un taux de 50%, ce qui revoit à l’existence des discontinuités thermiques.

➤ En plus des discontinuités périodiques, les discontinuités journalières et saisonnières sont existantes.

• **Commentaire annuel :**

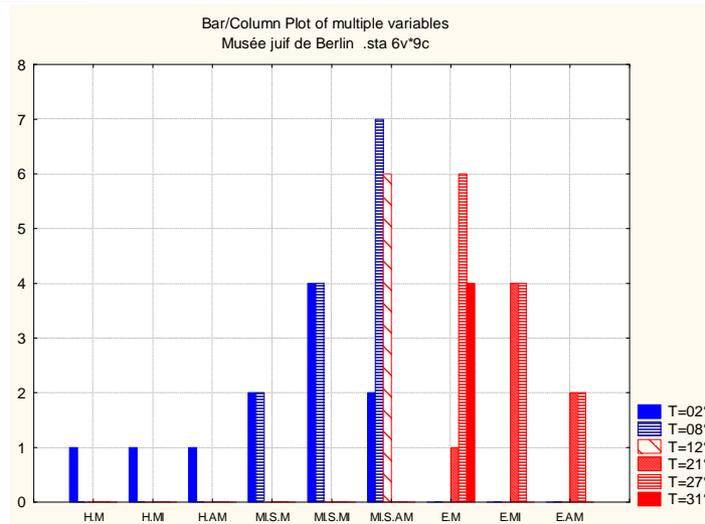


Figure IX. 10 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température).  
Source : Auteur, 2016.

Pour les deux niveaux les discontinuités caractérisent la période de mi saison et l’été ce qui donne un taux total annuel de 75% (Figure IX. 10).

**3. Les musées situés en Espagne :**

**3.1. Musée Guggenheim Bilbao (Frank O. Gehry 1993):**

**3.1.1. Les écarts de températures dans le Parcours et les séquences :**

**RDC :**

Tableau IX. 03 : récapitulatif des températures et le nombre des séquences dans le parcours en fonction des saisons

Source : Auteur, 2016.

Hivers					
Matin		Midi		Après midi	
Parcours	N séquences	Parcours	N séquences	Parcours	N séquences
Type 01 (0°)	01	Type 01(0°)	01	Type 01(0°)	01
Mi saison					
Matin		Midi		Après midi	
Parcours	N séquences	Parcours	N séquences	Parcours	N séquences
Type 01 (09°)	01	Type 01(09°)	01	Type 01(09°)	01
Été					

Matin		Midi		Après midi	
Parcours	N séquences	Parcours	N séquences	Parcours	N séquences
Type 01 (16°)	01	Type 01 (16°)	01	Type 01 (16°)	01

➤ **Les écarts de températures :**

• **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin, midi, après-midi :** les discontinuités des écarts de températures le matin, midi ou après-midi d'hivers pour la journée la plus froide sont inexistantes, le parcours constitue une seule séquence, ou la température est maintenue à 0°.

➤ Les discontinuités saisonnières hivernales sont inexistantes pour ce cas d'étude.

.1.1. **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin, midi, après-midi :** les discontinuités des écarts de températures le matin, midi ou après-midi de mi saison sont inexistantes, le parcours constitue une seule séquence, ou la température est maintenue à 9°.

➤ Les discontinuités saisonnières hivernales sont inexistantes pour ce cas d'étude.

.1.2. **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin, midi, après-midi :** les discontinuités des écarts de températures le matin, midi ou après-midi d'été sont inexistantes, le parcours constitue une seule séquence, ou la température est maintenue à 16°.

➤ Les discontinuités saisonnières hivernales sont inexistantes pour ce cas d'étude.

**ETAGE 01:**

• **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin, midi, après-midi :** les discontinuités des écarts de températures le matin, midi ou après-midi d'hivers pour la journée la plus froide sont inexistantes, le parcours constitue une seule séquence, ou la température est maintenue à 4°.

➤ Les discontinuités saisonnières hivernales sont inexistantes pour ce cas d'étude.

• **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin, midi, après-midi :** les discontinuités des écarts de températures le matin, midi ou après-midi de mi saison sont inexistantes, le parcours constitue une seule séquence, ou la température est maintenue à 9°.

➤ Les discontinuités saisonnières hivernales sont inexistantes pour ce cas d'étude.

• **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin :** pour un matin de la journée la plus chaude, le parcours de compose de 8 séquences, réparties sur la température de 16° et 20° avec un taux de 50%, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi et après midi :** pour un midi et un après-midi de la journée la plus chaude, le parcours de compose de 11 séquences, réparties sur la température de 16° avec un taux de 46% et le reste à 20° ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ En plus des discontinuités périodiques, les discontinuités journalières et saisonnières sont existantes.

**Etage 02:**

• **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin :** pour un matin de la journée la plus froide, le parcours de compose de 05séquences, répartie sur la température de 0° avec un taux de 60% et le reste des séquences à 4°, ce qui revoit à l’existence des discontinuités thermiques.

**Midi :** pour un midi de la journée la plus froide, le parcours constitue une seule séquence de 0° à, ce qui revoit à l’inexistence des discontinuités thermiques.

**Après-midi :** pour un après-midi de la journée la plus froide, le parcours de compose de 3 séquences, répartie sur la température de 0° avec un taux de 67% et le reste des séquences à 4°, ce qui revoit à l’existence des discontinuités thermiques.

➤ En plus des discontinuités périodiques, les discontinuités journalières sont existantes.

• **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin, midi, après-midi :** pour un matin, un midi, et un après-midi de la journée de mi saison, le parcours de compose de 3 séquences, réparties sur la température de 4° avec un taux de 67% et le reste des séquences à 8°, ce qui revoit à l’existence des discontinuités thermiques.

➤ Les discontinuités journalières sont inexistantes.

• **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin :** pour un matin de la journée d’été la plus chaude, le parcours de compose de 12 séquences, réparties sur la température de 16° et 20°avec un taux de 50%, ce qui revoit à l’existence des discontinuités thermiques.

**Midi et après midi :** pour un midi et un après-midi de la journée d’été la plus chaude, le parcours de compose de 4 séquences, réparties sur la température de 16° avec un taux de 50% et à 20° et 24° avec un taux de 25%, ce qui revoit à l’existence des discontinuités thermiques.

➤ En plus des discontinuités périodiques, les discontinuités journalières sont existantes.

• **Commentaire annuel :**

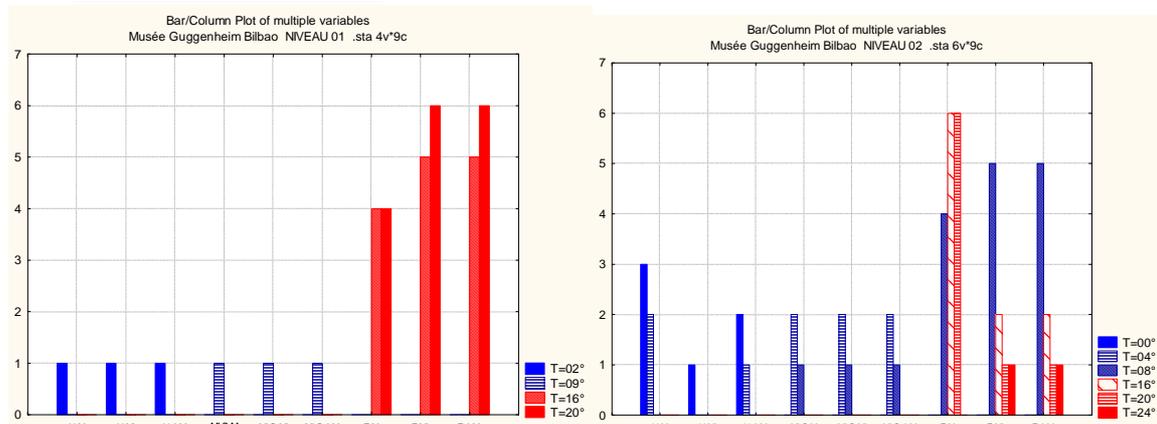


Figure IX. 11.12 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température).

Source : Auteur, 2016.

Pour le premier niveau (Figure ix. 11) les discontinuités sont absente, pour le second nous remarquons juste une variation estivale, et les discontinuités sont de 25%, pour le troisième niveau absence de discontinuité de mi saison ce qui renvoie à une discontinuité de 50%. Les discontinuités annuelles globales sont de 25% (Figure ix. 12).

**3.2. Centro Gallego de Arte contemporaneo (Alvaro Siza, 1994):**

**3.2.1. Les écarts de températures dans le Parcours et les séquences :**

RDC :

- **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin :** pour un matin de la journée la plus froide, le parcours se compose de 02séquences, répartie sur la température de 12° et 16° avec un taux de 50%, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ Les discontinuités saisonnières hivernales sont inexistantes pour ce cas d'étude.

**Midi et après midi :** pour un midi de la journée la plus froide, le parcours se compose de 04séquences, répartie sur la température de 12° et 16° avec un taux de 50%, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ Les discontinuités journalières existent pour ce cas d'étude, avec une absence de discontinuité saisonnière.

- **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin, midi, et après midi :** pour un midi de la journée de mi saison, le parcours se compose de 03 séquences, répartie sur la température de 16° avec un taux de 67%, et le reste à 20°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ Les discontinuités journalières existent pour ce cas d'étude, avec une absence de discontinuité saisonnière.

- **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin :** pour un matin de la journée la plus chaude, le parcours se compose de 02séquences, répartie sur la température de 20° et 28° avec un taux de 50%, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi et après midi :** pour un midi et un après-midi de la journée la plus chaude, le parcours se compose de 03séquences, répartie sur la température de 20° avec un taux de 33%et le reste à 28°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ Les discontinuités journalières et saisonnières existent pour ce cas d'étude.

ETAGE:

- **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin :** pour un matin de la journée la plus froide, le parcours se compose de 3 séquences, répartie sur la température de 4°avec un taux de 33%, pour le reste des séquences à 8° ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi et après-midi :** pour un midi et un après-midi de la journée la plus froide, le parcours se compose de 07 séquences, répartie sur la température de 4°avec un taux de 57%, pour le reste des séquences à 8° ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ Les discontinuités journalières et saisonnières existent pour ce cas d'étude.

- **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin :** pour un matin de la journée de mi saison, le parcours se compose de 07 séquences, réparties sur la température de 4°avec un taux de 57%, pour le reste des séquences à 8°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi :** pour un midi de la mi saison, le parcours de compose de 13 séquences, réparties sur la température de 4° avec un taux de 54% et à 8° avec un taux de 38% et le reste à 12°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques

**Après-midi :** pour un après-midi de la mi saison, le parcours se compose de 12 séquences, réparties sur la température de 4° avec un taux de 58% et à 8° avec un taux de 33% et le reste à 12°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques

➤ Les discontinuités journalières et saisonnières existent pour ce cas d'étude.

• **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin, midi, après-midi :** pour un matin, un midi et un après-midi de la journée la plus chaude, le parcours se compose de 08séquences, répartie sur la température de 12°avec un taux de 50%, et à 16° avec un taux de 37,5 pour le reste des séquences à 24°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ Les discontinuités journalières existent, contrairement aux saisonnières qui sont absents pour ce cas d'étude.

• **Commentaire annuel :**

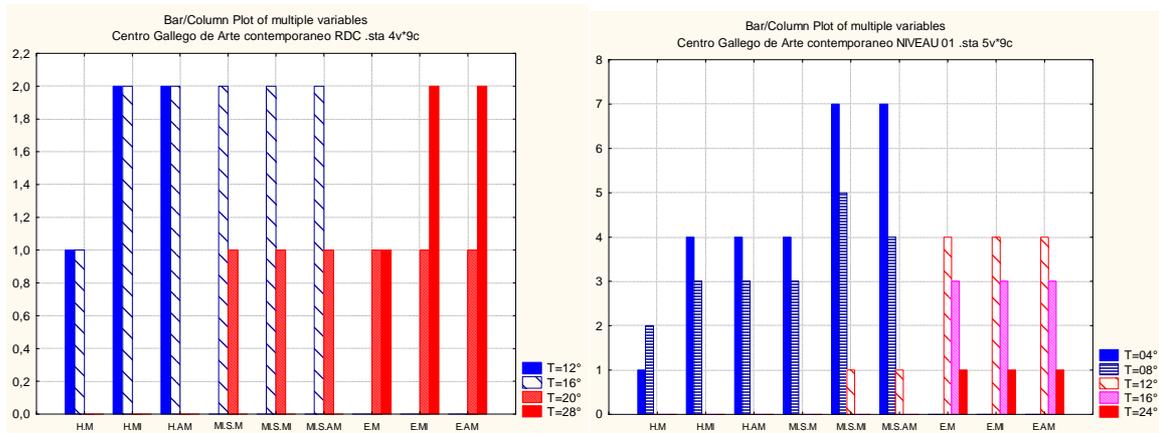


Figure IX. 13.14 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température).  
Source : Auteur, 2016.

Pour le niveau 1 nous avons constaté l'existence de variation hivernale (Figure IX. 13), et estivale, ce qui renvoie à un taux de 50%, pour le niveau 2 (Figure IX. 14), les discontinuités sont d'un taux de 75%. Les discontinuités annuelles pour le cas d'étude sont de 62,5%.

**3.3. Musée hydraulique Espagne (Juan Navarro Baldeweg) :**

**3.3.1. Les écarts de températures dans le Parcours et les séquences :**

• **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin, midi, après-midi :** pour un matin, un midi ou un après-midi de la journée la plus froide, le parcours constitue une seule séquence de 8° à, ce qui revoit à l'inexistence des discontinuités thermiques.

➤ Les discontinuités journalières et saisonnières sont inexistantes.

• **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin :** pour un matin de la journée mi saison, le parcours constitue une seule séquence de 12° à, ce qui revoit à l'inexistence des discontinuités thermiques.

**Midi :** pour un midi de la mi saison, le parcours de compose de 11séquences, réparties sur la température de 12° avec un taux de 55% et le reste à 16°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques

**Après-midi :** pour un midi de la mi saison, le parcours se compose de 5séquences, réparties sur la température de 12° avec un taux de 60% et le reste à 16°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques

➤ Les discontinuités journalières et saisonnières existent pour ce cas d'étude.

- **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin :** pour un matin de la journée la plus chaude, le parcours se compose de 09séquences, répartie sur la température de 20° avec un taux de 67% et 24°pour le reste des séquences, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi :** pour un midi de la journée la plus chaude, le parcours se compose de 03séquences, répartie sur la température de 20° avec un taux de 56%et le reste à 28°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**L'après-midi :** pour un après-midi de la journée la plus chaude, le parcours constitue une seule séquence thermique de 24°

➤ Les discontinuités journalières et saisonnières existent pour ce cas d'étude.

- **Commentaire annuel :**

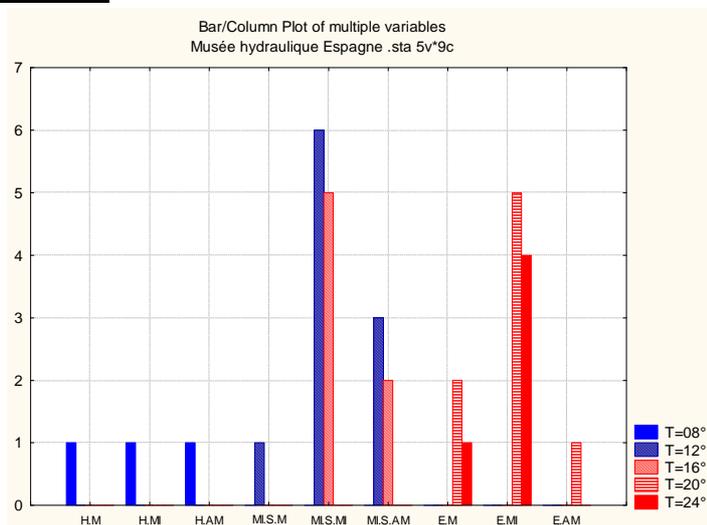


Figure IX. 15 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température).

Source : Auteur, 2016.

Les écarts caractérisent la période de mi saison et la période estivale, ce qui renvoie à un taux de discontinuités annuel de 75% (Figure IX. 15).

### **3.4. Musée de l'Archéologie maritime CARTAGENA (Alberto Campo Baeza 1998) :**

#### **3.4.1. Les écarts de températures dans le Parcours et les séquences :**

- **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin, midi, après-midi :** les discontinuités des écarts de températures le matin, midi ou après-midi d'hivers pour la journée la plus froide sont inexistantes, le parcours constitue une seule séquence, ou la température est maintenue à 10°.

➤ Les discontinuités journalières et saisonnières sont inexistantes.

- **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin, midi, après-midi :** les discontinuités des écarts de températures le matin, midi ou après-midi de mi saison sont inexistantes, le parcours constitue une seule séquence, ou la température est maintenue à 14°.

➤ Les discontinuités journalières et saisonnières sont inexistantes.

- **Les écarts de températures estivaux**

**Matin et midi :** pour un matin, un midi de la journée la plus chaude, le parcours se compose de 06 séquences, réparties sur la température de 18° et 22° avec un taux de 50%, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Après-midi :** pour un après-midi de la journée la plus chaude, le parcours se compose de 04 séquences, réparties sur la température de 18° et 22° avec un taux de 50%, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ Les discontinuités journalières et saisonnières existent pour ce cas d'étude.

- **Commentaire annuel :**

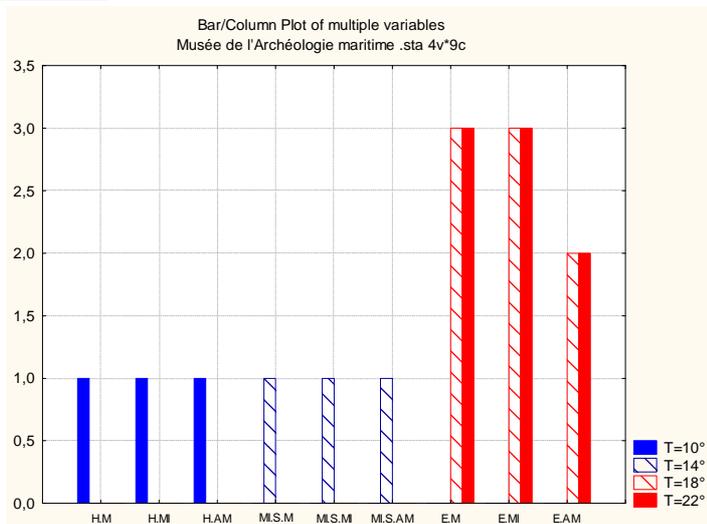


Figure IX. 16 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température).

Source : Auteur, 2016.

Les discontinuités estivales sont les seules qui caractérisent ce parcours, les discontinuités annuelles pour ce cas d'étude sont de 25% (Figure IX. 16).

#### **4. Les musées situés en suisse :**

##### **4.1. Musée Jean Tinguely (Mario Botta 1993-1996) :**

##### **4.1.1. Les écarts de températures dans le Parcours et les séquences :**

- **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin, midi, après-midi :** les discontinuités des écarts de températures le matin, midi ou après-midi d'hivers pour la journée la plus froide sont inexistantes, le parcours constitue une seule séquence, ou la température est maintenue à 2°.

➤ Les discontinuités saisonnières hivernales sont inexistantes pour ce cas d'étude.

- **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin :** les discontinuités des écarts de températures le matin, de mi saison pour la journée la plus froide sont inexistantes, le parcours constitue une seule séquence, ou la température est maintenue à 10°.

**Midi :** pour un midi de la journée de mi saison, le parcours de compose de 9 séquences, réparties sur la température de 10° avec un taux de 56% et le reste des séquences à 18°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Après-midi :** pour un après-midi de la journée de mi saison, le parcours de compose de 7 séquences, réparties sur la température de 10° avec un taux de 57% et le reste des séquences à 18°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

- En plus des discontinuités périodiques, les discontinuités journalières et saisonnières sont existantes.

- **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin :** pour un matin de la journée d'été la plus chaude, le parcours de compose de 5 séquences, réparties sur la température de 26° et 34° avec un taux de 20% et le reste à 22°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi :** pour un midi de la journée d'été la plus chaude, le parcours de compose de 10 séquences, réparties sur la température de 22° avec un taux de 50% et 26 avec un taux de 30% le reste à 34°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Après-midi :** pour un après-midi de la journée d'été la plus chaude, le parcours de compose de 11 séquences, réparties sur la température de 22° et 26° avec un taux de 45,5% et 34° pour le reste, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

- En plus des discontinuités périodiques, les discontinuités journalières et saisonnières sont existantes.

- **Commentaire annuel :**

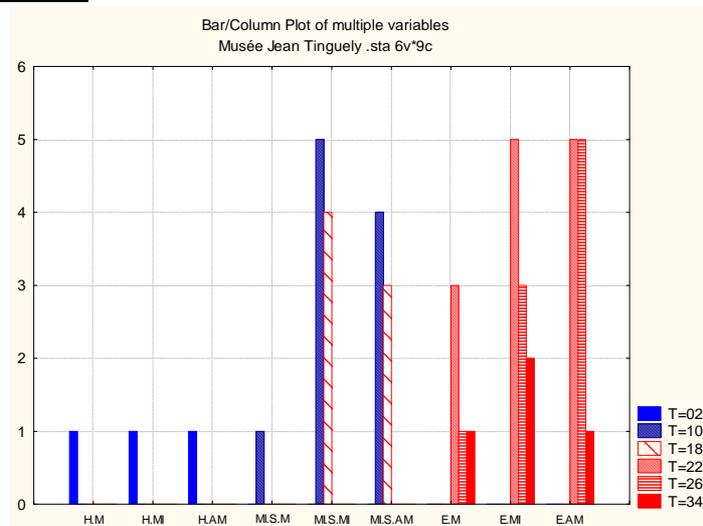


Figure IX. 17 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température).

Source : Auteur, 2016.

Les discontinuités caractérisent la période de demi saison et l'été ce qui donne un taux total de 75% (Figure IX. 17).

## **4.2. Musée d'ethnographie suisse (Hanger, Monnerat, Petitpierre, 1995) :**

### **4.2.1. Les écarts de températures dans le Parcours et les séquences :**

- **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin, midi, après-midi :** pour un matin, midi, après-midi de la journée la plus froide, le parcours constitue une seule séquence thermique de 7°

➤ Absence des discontinuités journalières et saisonnières pour ce cas d'étude.

- **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin :** pour un matin de la journée de mi saison, le parcours se compose de 11 séquences, répartir sur la température de 11° avec un taux de 55%, et 15° pour le reste, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi et Après midi :** pour un midi et après midi de la journée de mi saison, le parcours se compose de 13 séquences, répartie sur la température de 11° avec un taux de 54%, et 15° pour le reste, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ Les discontinuités journalières et saisonnières existent pour ce cas d'étude.

- **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin, midi et après midi :** pour un matin, midi et un après-midi de la journée la plus chaude, le parcours se compose de 08 séquences, répartie sur la température de 19° et 23° avec un taux de 50%, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ Les discontinuités journalières et saisonnières existent pour ce cas d'étude.

- **Commentaire annuel :**

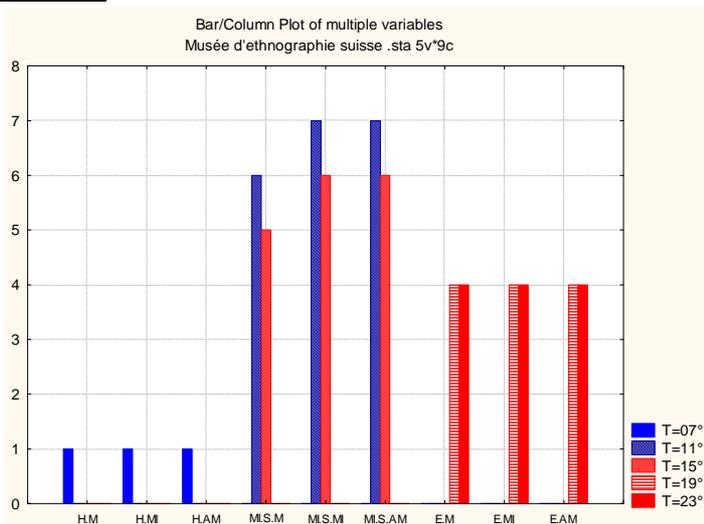


Figure IX. 18 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température).

Source : Auteur, 2016.

Les discontinuités annuelles sont de 50%, et caractérisent uniquement les périodes de mi saison (Figure IX. 18).

### **4.3. Musée Beyeler Riehen (Renzo Piano 1998) :**

#### **4.3.1. Les écarts de températures dans le Parcours et les séquences :**

- **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin, midi, après-midi :** les discontinuités des écarts de températures le matin, à midi ou l'après-midi d'hivers pour la journée la plus froide sont inexistantes, le parcours constitue une seule séquence, ou la température est maintenue à 2°.

➤ Il n'existe pas des discontinuités d'écart de température hivernal pour ce cas d'étude.

- **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin :** pour un matin de la journée de mi saison, le parcours de compose de 12 séquences, réparties sur la température de 14° avec un taux de 50% et le reste des séquences à 18°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi :** pour un midi de la journée de mi saison, le parcours de compose de 03 séquences, réparties sur la température de 14° avec un taux de 33% et le reste des séquences à 18°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Après-midi :** pour un après-midi de la journée de mi saison, le parcours de compose de 12 séquences, réparties sur la température de 14° avec un taux de 50% et le reste des séquences à 18°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ En plus des discontinuités périodiques, les discontinuités journalières sont existantes.

- **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin :** pour un matin de la journée d'été la plus chaude, le parcours constitue une seule séquence de 18° de température.

**Midi :** pour un midi de la journée d'été la plus chaude, le parcours se compose de 18 séquences, réparties sur la température de 18° avec un taux de 6% et à 22° avec un taux de 56% et reste à 30°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Après-midi :** pour un midi de la journée d'été la plus chaude, le parcours se compose de 3 séquences, réparties sur la température de 18° avec un taux de 67% et à 22° avec un taux de 33% ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ En plus des discontinuités périodiques, les discontinuités journalières sont existantes.

- **Commentaire annuel :**

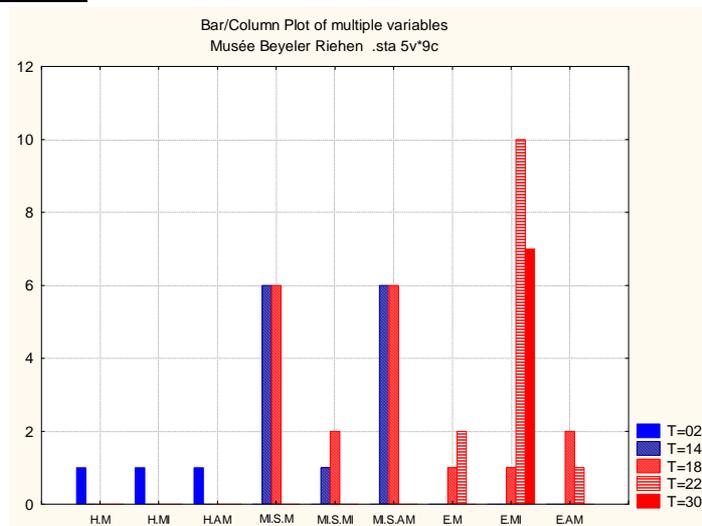


Figure IX. 19 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température).  
Source : Auteur, 2016.

Pour le premier niveau les discontinuités saisonnières caractérisent la période de mi saison et la période d'été ce qui nous donne des discontinuités annuelles de 75% (Figure IX. 19).

## 5. Les musées situés en Autriche :

### 5.1. Musée historique de Salzbourg (Hans Hollein 1989-1990) :

#### 5.1.1. Les écarts de températures dans le Parcours et les séquences :

- **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin et après-midi :** pour un matin et après-midi de la journée la plus froide, le parcours constitue une seule séquence thermique de 0°

**Midi :** pour un midi de la journée la plus froide, le parcours de compose de 18 séquences, répartie sur la température de 0° avec un taux de 44% et le reste des séquences à 4°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ Les discontinuités journalières et saisonnières existent pour ce cas d'étude.

- **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin :** pour un matin de la journée de mi saison, le parcours de compose de 3 séquences, répartie sur la température de 8° avec un taux de 67% et le reste des séquences à 12°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi et après midi :** pour un après-midi de la journée de mi saison le parcours constitue une seule séquence thermique de 8°

➤ Les discontinuités journalières et saisonnières existent pour ce cas d'étude.

- **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin :** pour un matin de la journée la plus chaude, le parcours de compose de 15 séquences, répartie sur la température de 12° avec un taux de 53% et le reste des séquences à 20°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi :** pour un midi de la journée la plus chaude, le parcours de compose de 3 séquences, répartie sur la température de 12° avec un taux de 67% et le reste des séquences à 20°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Après-midi :** pour un après-midi de la journée la plus chaude, le parcours constitue une seule séquence thermique de 12°

➤ Les discontinuités journalières et saisonnières existent pour ce cas d'étude.

- **Commentaire annuel :** Les discontinuités annuelles sont de 100% (Figure IX. 20)

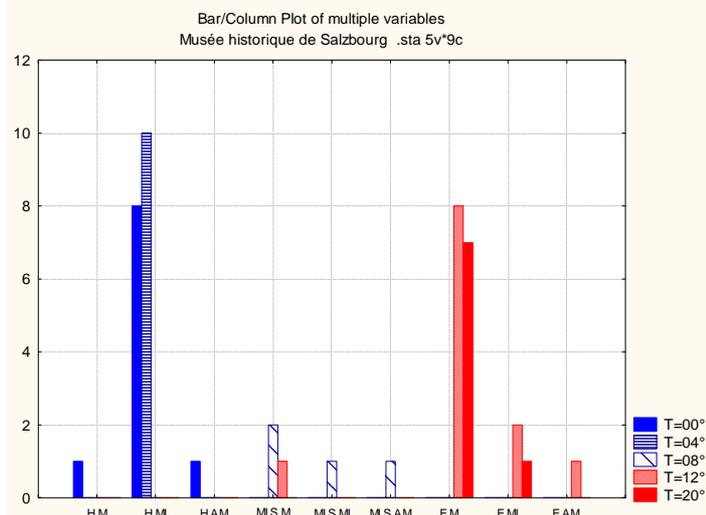


Figure IX. 20 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température).

Source : Auteur, 2016.

## **5.2. KUNSTHAUS BREGENZ, Autriche (Peter Zumthor 1990-1997) :**

### **5.2.1. Les écarts de températures dans le Parcours et les séquences :**

RDC ET ETAGE :

- **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin, midi et après midi :** pour un matin, midi et après midi de la journée la plus froide, le parcours constitue une seule séquence thermique de 4°.

➤ Absence des discontinuités journalières et saisonnières

- **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin, midi et après midi :** pour un matin, midi et après midi de la journée de mi saison, le parcours constitue une seule séquence thermique de 8°.

➤ Absence des discontinuités journalières et saisonnières

- **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin :** pour un matin de la journée la plus chaude, le parcours de compose de 2 séquences, répartie sur la température de 16°et 20° avec un taux de 50%, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi :** pour un midi de la journée la plus chaude, le parcours de compose de 4 séquences, répartie sur la température de 16°et 20° avec un taux de 50%, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Après-midi :** pour un après-midi de la journée la plus chaude, le parcours constitue une seule séquence thermique de 16°.

➤ Absence des discontinuités journalières et saisonnières

**Commentaire annuel :**

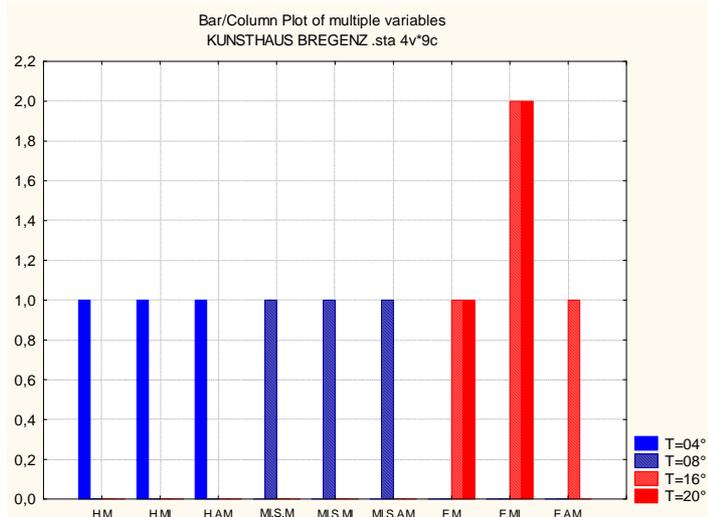


Figure IX. 21 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température).

Source : Auteur, 2016.

Les discontinuités annuelles caractérisent uniquement la période d'été, elles sont de 25% (Figure IX. 21).

## 6. Les musées situés en Grande Bretagne :

### 6.1 American air museum Duxford GB (Foster partners 1993-1997):

#### 6.1.1. Les écarts de températures dans le Parcours et les séquences :

- **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin :** pour un matin de la journée la plus froide, le parcours constitue une seule séquence thermique de 0°.

**Midi, après-midi :** pour un midi et un après-midi de la journée la plus froide, le parcours de compose de 3séquences, répartie sur la température de 0° avec un taux de67% et le reste des séquences à 4°, ce qui revoit à l’existence des discontinuités thermiques.

➤ Présence des discontinuités journalières et absence des saisonnières

- **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin :** pour un matin de la journée de mi saison, le parcours constitue une seule séquence thermique de 4°.

**Midi :** pour un midi de la journée de mi saison, le parcours de compose de 3séquences, répartie sur la température de 4° avec un taux de67% et le reste des séquences à 8°, ce qui revoit à l’existence des discontinuités thermiques.

**Après-midi :** pour un après-midi de la journée de mi saison, le parcours de compose de 9séquences, répartie sur la température de 4° avec un taux de 56% et le reste des séquences à 8°, ce qui revoit à l’existence des discontinuités thermiques

➤ Présence des discontinuités journalières et saisonnières

- **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin :** pour un matin de la journée la plus chaude, parcours de compose de 15 séquences, répartie sur la température de 12° avec un taux de 47% et le reste des séquences à 16°, ce qui revoit à l’existence des discontinuités thermiques.

**Midi, Après-midi :** pour un midi et un après-midi de la journée la plus chaude, le parcours constitue une seule séquence thermique de 16°.

➤ Présence des discontinuités journalières et saisonnières

- **Commentaire annuel :**

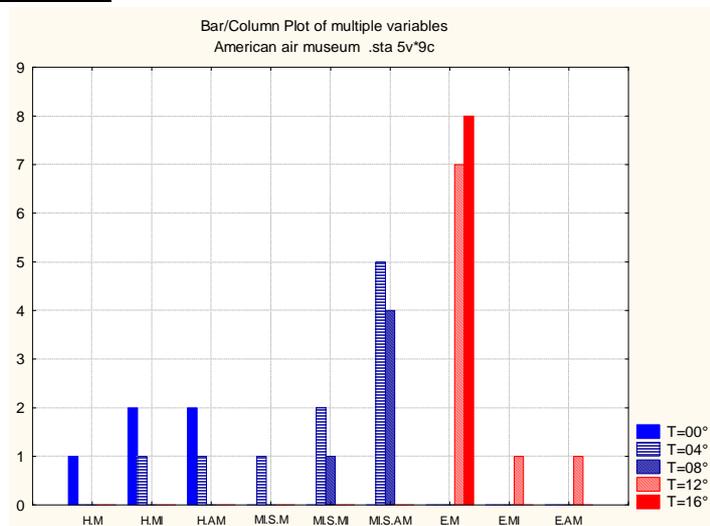


Figure IX. 22 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température).

Source : Auteur, 2016.

Les discontinuités caractérisent globalement toute la période de l’année (Figure IX. 22).

## 7. Les musées situés en Italie :

### 7.1. Museum DE MAXXI Zaha Hadid (2007) :

#### 7.1.1. Les écarts de températures dans le Parcours et les séquences :

RDC :

- **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin, Après-midi :** pour un matin et un après-midi de la journée la plus froide, le parcours se compose de 04 séquences, répartie sur la température de 5° avec un taux de 50%, 13° et 17° avec un taux 25%, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi :** pour un midi de la journée la plus froide, le parcours se compose de 02 séquences, répartir sur la température de 5° et 13° avec un taux de 50%, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ Présence des discontinuités journalières et saisonnières

- **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin :** pour un matin de la journée de mi saison, le parcours se compose de 4 séquences, répartie sur la température de 13° avec un taux de 50%, 17° et 21° avec un taux 25%, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi :** pour un midi de la journée de mi saison, le parcours se compose de 5 séquences, répartie sur la température de 13° et 17° avec un taux de 40%, 21° pour le reste des séquences, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Après-midi :** pour un après-midi de la journée de mi saison, le parcours se compose de 16 séquences, répartie sur la température de 13° avec un taux de 37,5%, 17° avec un taux de 43,75 et 21° pour le reste, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ Présence des discontinuités journalières et saisonnières

- **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin :** pour un matin de la journée la plus chaude, le parcours se compose de 7 séquences, répartie sur la température de 21° et 25° avec un taux de 43%, 29° pour le reste des séquences, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques

**Midi :** pour un midi de la journée la plus chaude, le parcours se compose de 02 séquences, répartir sur la température de 21° et 25° avec un taux de 50%, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Après-midi :** pour un midi de la journée la plus chaude, le parcours se compose de 06 séquences, réparties sur la température de 21° et 25° avec un taux de 50%, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ Présence des discontinuités journalières et saisonnières (Figure IX. 23)

ETAGE 01 :

- **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin :** pour un matin de la journée la plus froide, le parcours de compose de 11 séquences, répartie sur la température de 4° avec un taux de 55% et le reste des séquences à 8°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi :** pour un midi de la journée la plus froide, le parcours de compose de 3 séquences, répartie sur la température de 4° avec un taux de 67% et le reste des séquences à 8°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Après-midi :** pour un après-midi de la journée la plus froide, le parcours constitue une seule séquence thermique de 4°.

➤ Présence des discontinuités journalières et saisonnières (Figure IX. 24)

- **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin :** pour un après-midi de la journée de mi saison, le parcours constitue une seule séquence thermique de 8°.

**Midi :** pour un midi de la journée de mi saison, le parcours de compose de 9séquences, répartie sur la température de 8° avec un taux de 56% et le reste des séquences à 16°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Après-midi :** pour un après-midi de la journée de mi saison, le parcours de compose de 5 séquences, répartie sur la température de 8° avec un taux de 60% et le reste des séquences à 16°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ Présence des discontinuités journalières et saisonnières

- **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin :** pour un matin de la journée la plus chaude, le parcours de compose de 10 séquences, répartie sur la température de 20° et 28° avec un taux de 50%, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques

**Midi, Après-midi :** pour un après-midi de la journée la plus chaude, le parcours de compose de 5 séquences, répartie sur la température de 20° avec un taux de 60% et le reste des séquences à 28°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques (Figure IX. 24).

➤ Présence des discontinuités journalières et saisonnières

ETAGE 02 :

- **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin :** pour un matin de la journée la plus froide, le parcours de compose de 5séquences, répartie sur la température de 4° avec un taux de 60% et le reste des séquences à 8°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi :** pour un midi de la journée la plus froide, le parcours de compose de 3séquences, répartie sur la température de 4° avec un taux de 33% et le reste des séquences à 8°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Après-midi :** pour un après-midi de la journée la plus froide, le parcours de compose de 2séquences, répartie sur la température de 4° et 8°avec un taux de 50%, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques. (Figure IX. 25)

➤ Présence des discontinuités journalières et saisonnières

- **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin :** pour un après-midi de la journée de mi saison, le parcours constitue une seule séquence thermique de 4°.

**Midi :** pour un midi de la journée de mi saison, le parcours de compose de 3séquences, répartie sur la température de 4° avec un taux de 67% et le reste des séquences à 8°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Après-midi :** pour un après-midi de la journée de mi saison, le parcours de compose de 3séquences, répartie sur la température de 4° avec un taux de 33% et le reste des séquences à 8°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ Présence des discontinuités journalières et saisonnières (Figure IX. 25)

- **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin :** pour un matin de la journée la plus chaude, le parcours de compose de 4séquences, répartie sur la température de 20° et 28° avec un taux de 50%, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques

**Midi** : pour un midi de la journée la plus chaude, le parcours de compose de 3 séquences, répartie sur la température de 20° avec un taux de 33% et le reste des séquences à 28°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Après-midi** : pour un après-midi de la journée la plus chaude, le parcours de compose de 5 séquences, répartie sur la température de 20° avec un taux de 40% et le reste des séquences à 28°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques

➤ Présence des discontinuités journalières et saisonnières (Figure IX. 25)

• **Commentaire annuel :**

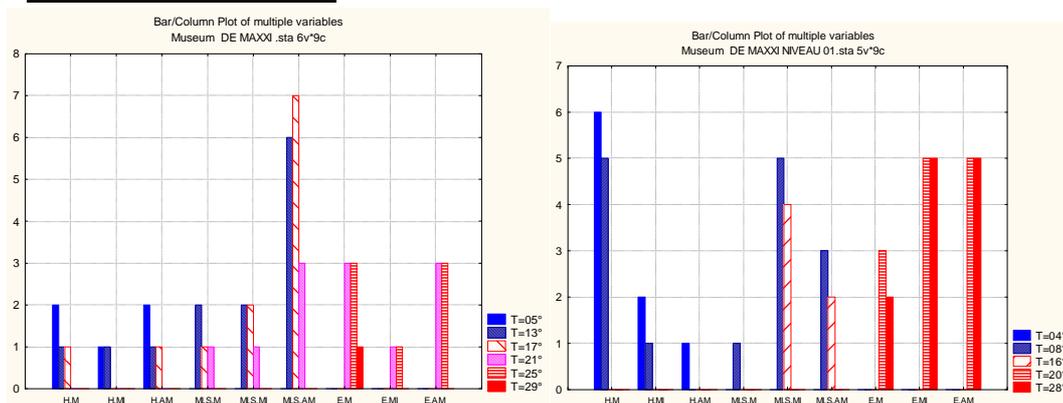


Figure IX. 23.24 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température).  
Source : Auteur, 2016.

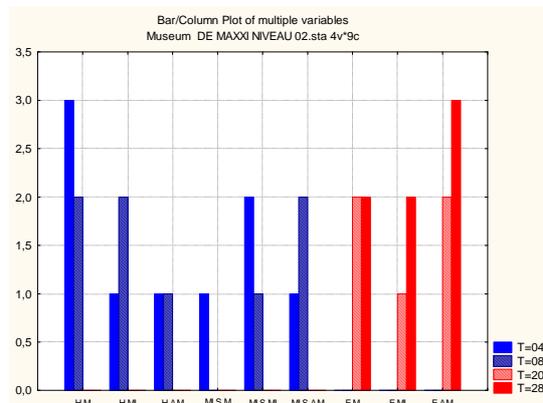


Figure IX. 25 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température).  
Source : Auteur, 2016.

Les discontinuités journalières et saisonnières caractérisent l'ensemble des séquences sur tous les étages durant toutes les périodes de l'année avec un taux annuel de 100%. (Figure IX. 23,24,25)

**7.2. Ara Pacis museum (Richard Meier & Partners 1995-2006):**

**7.2.1. Les écarts de températures dans le Parcours et les séquences :**

• **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin, Midi, après-midi** : pour un matin, midi et après midi de la journée la plus froide, le parcours de compose de 13 séquences, répartie sur la température de 5° avec un taux de 15% et 9° avec un taux de 38 et 13° avec un taux de 30% et le reste à 21°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

- En plus des discontinuités périodiques, les discontinuités journalières sont existantes.
- **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin, Midi, après-midi :** pour un matin, midi et après midi de la journée de mi saison, le parcours de compose de 11 séquences, répartie sur la température de 13° et 21° avec un taux de 18% et 17° avec un taux de 36% et le reste à 29°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

- En plus des discontinuités périodiques, les discontinuités journalières sont existantes.
- **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin, Midi, après-midi :** pour un matin, midi et après midi de la journée la plus chaude, le parcours de compose de 9 séquences, répartie sur la température de 13° et 17° et 36° avec un taux de 22% et le reste à 29°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

- En plus des discontinuités périodiques, les discontinuités journalières sont existantes.
- **Commentaire annuel :**

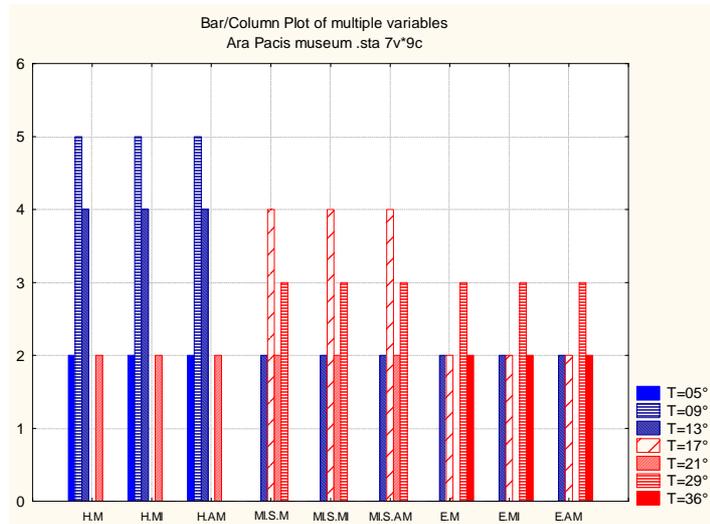


Figure IX. 26 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température).  
Source : Auteur, 2016.

Présence de discontinuités périodiques mais absence globale de discontinuités saisonnière, ce qui renvoie à une absence de discontinuités annuelles (Figure IX. 26).

## 8. Les musées situés au pays bas :

### 8.1. Bonnefanten museum, Maastricht, Pays-Bas (Aldo Rossi 1990-1994) :

#### 8.1.1. Les écarts de températures dans le Parcours et les séquences :

RDC :

- **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin, Midi, après-midi :** pour un matin un midi et un après-midi de la journée la plus froide, le parcours constitue une seule séquence thermique de 06°.

➤ Absence des discontinuités journalières et saisonnières (Figure IX. 27).

- **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin, après-midi :** pour un matin et un après-midi de la journée de la mi saison, le parcours constitue une seule séquence thermique de 13°.

**Midi** : pour un midi de la journée la plus chaude, le parcours de compose de 7séquences, répartie sur la température de 24° avec un taux de 60% et le reste des séquences à 31°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques (Figure IX. 27).

➤ Présence des discontinuités journalières et saisonnières

- **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin** : pour un matin de la journée de mi saison, le parcours de compose de 5séquences, répartie sur la température de 13° avec un taux de 57% et le reste des séquences à 17°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi, Après-midi** : pour un midi et un après-midi de la journée la plus chaude, le parcours constitue une seule séquence thermique de 24°.

➤ Présence des discontinuités journalières et saisonnières

ETAGE :

- **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin, Midi, après-midi** : pour un matin un midi et un après-midi de la journée la plus froide, le parcours de compose de 5séquences, répartie sur la température de 4° avec un taux de 40% et le reste des séquences à 9°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques (Figure IX. 28).

➤ Présence des discontinuités journalières et saisonnières

- **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin, après-midi** : pour un matin et un après-midi de la journée de la mi saison, le parcours de compose de 11 séquences, répartie sur la température de 13° avec un taux de 64% et le reste des séquences à 18°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi** : pour un midi de la journée de la mi saison, le parcours de compose de 13 séquences, répartie sur la température de 13° avec un taux de 62% et le reste des séquences à 18°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques

➤ Présence des discontinuités journalières et saisonnières

- **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin** : pour un midi de la journée la plus chaude, le parcours de compose de 3 séquences, répartie sur la température de 18° avec un taux de 67% et le reste des séquences à 27°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi, Après-midi** : pour midi et un après-midi de la journée la plus chaude, le parcours de compose de 11 séquences, répartie sur la température de 18° avec un taux de 55 % et le reste des séquences à 27°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques (Figure IX. 28).

➤ Présence des discontinuités journalières et saisonnières

- **Commentaire annuel :**

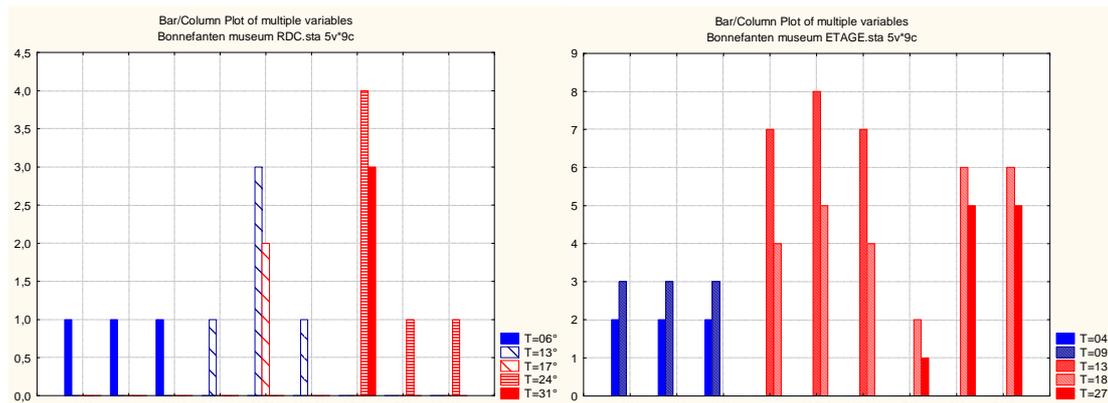


Figure IX. 27.28 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température).  
Source : Auteur, 2016.

Pour les deux niveaux les discontinuités annuelles sont présentes à 75% (Figure IX. 27,28).

## 8.2. KUNSTHAL ; Rotterdam Pays Bas (Rem Koolhaas 1987-1992) :

### 8.2.1. Les écarts de températures dans le Parcours et les séquences :

RDC :

- **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin :** pour un matin de la journée la plus froide, le parcours de compose de 3séquences, répartie sur la température de 0° avec un taux de 67% et le reste des séquences à 5°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi, Après-midi :** pour un midi et un après-midi de la journée la plus froide, le parcours de compose de 2 séquences, répartie sur la température de 0°et 5° avec un taux de 50%, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ Présence des discontinuités journalières et saisonnières

- **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin :** pour un matin de la journée de mi saison, le parcours de compose de 3séquences, répartie sur la température de 10° avec un taux de 67% et le reste des séquences à 16°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi :** pour un midi de la journée de mi saison, le parcours se compose de 4séquences, répartie sur la température de 10° et 21°avec un taux de 25%, et 16° pour le reste des séquences, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Après-midi :** pour un après-midi de la journée de mi saison, le parcours se compose de 6séquences, répartie sur la température de 16°et 21 °avec un taux de 33%, 10° et 25° avec un taux de 17%, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques (Figure IX. 29).

➤ Présence des discontinuités journalières et saisonnières

- **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin et midi :** pour un matin et un midi de la journée la plus chaude, le parcours se compose de 4séquences, répartie sur la température de 16° et 25°avec un taux de 25%, et 21° pour le reste des séquences, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Après-midi :** pour un après-midi de la journée la plus chaude, le parcours se compose de 5séquences, répartie sur la température de 16° et 25°et 31°avec un taux de 20%, et 21° pour le reste des séquences, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ Présence des discontinuités journalières et saisonnières (Figure IX. 29)

**ETAGE :**

- **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin, Midi :** pour un matin et un midi de la journée la plus froide, le parcours de compose de 4séquences, répartie sur la température de 0° et 8° avec un taux de 25% et le reste des séquences à 4°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Après-midi :** pour un midi et un après-midi de la journée la plus froide, le parcours de compose de 2 séquences, répartie sur la température de 4°et 8° avec un taux de 50%, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ Présence des discontinuités journalières et saisonnières (Figure IX. 30)

- **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin, Midi, après-midi :** pour un matin un midi et un après-midi de la journée de mi saison, le parcours de compose de 2séquences, répartie sur la température de 8° et 12° avec un taux de 50%, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ Présence des discontinuités journalières et absence des saisonnières

- **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin :** pour un matin de la journée la plus chaude, le parcours de compose de 2séquences, répartie sur la température de16° et 20° avec un taux de 50%, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi :** pour un midi de la journée la plus chaude, le parcours de compose de 6 séquences, répartie sur la température de 16°,24°, 28°, 32° avec un taux de 17% et le reste des séquences à 20°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Après-midi :** pour un après-midi de la journée la plus chaude, le parcours de compose de 3 séquences, répartie sur la température de16°,20°,24° avec un taux de 33,33%, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques

➤ Présence des discontinuités journalières et saisonnières (Figure IX. 30)

- **Commentaire annuel :**

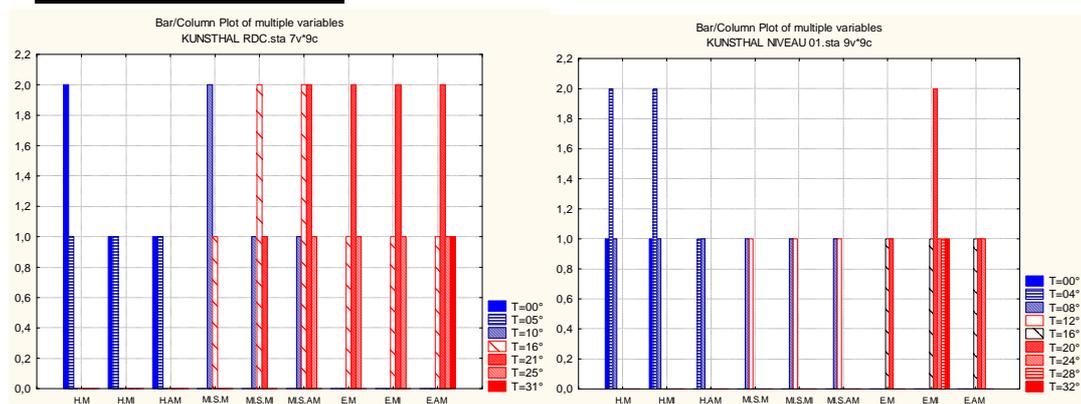


Figure IX. 29.30 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température).

Source : Auteur, 2016.

Pour le RDC les discontinuités annuelles sont de 75%, et pour le premier niveau elles sont de 50%, ce qui renvoie à un taux annuel global de 62,5%. (Figure IX. 29,30)

**9. Les musées situés en Belgique :**

**9.1. Musée Hergué (Potzamparc 2006) :**

**9.1.1. Les écarts de températures dans le Parcours et les séquences :**

**RDC :**

- **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin :** pour un matin de la journée la plus froide, le parcours se compose de 3 séquences, répartie sur la température de 4° avec un taux de 33%, pour le reste des séquences à 9° ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi et après midi :** pour un midi et un après-midi de la journée la plus froide, le parcours se compose de 06 séquences, répartie sur la température de 4° et 9° avec un taux de 50%, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

- Les discontinuités journalières et saisonnières existent pour ce cas d'étude (Figure IX. 31).

- **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin :** pour un matin de la journée mi saison, le parcours de compose de 5séquences, réparties sur la température de 18° avec un taux de 60% et le reste à 22°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques

**Midi :** pour un midi de la mi saison, le parcours de compose de 3séquences, réparties sur la température de 18° avec un taux de 67% et le reste à 22°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques

**Après-midi :** pour un midi de la mi saison, le parcours se compose de 04séquences, répartie sur la température de 18° et 22° avec un taux de 50%, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

- Les discontinuités journalières et saisonnières existent pour ce cas d'étude (Figure IX. 31).

- **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin :** pour un matin de la journée la plus chaude, le parcours constitue une seule séquence thermique de 22°

**Midi :** pour un midi de la journée la plus chaude, le parcours se compose de 04séquences, répartie sur la température de 22° et 27° avec un taux de 50%, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**L'après-midi :** pour un après-midi de la journée la plus chaude, le parcours de compose de 5séquences, réparties sur la température de 18° avec un taux de 60% et le reste à 22°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

- Les discontinuités journalières et saisonnières existent pour ce cas d'étude.

**ETAGE 01**

- **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin, midi et après midi :** pour un matin, midi et un après-midi de la journée la plus froide, le parcours se compose de 07 séquences, répartie sur la température de 4° avec un taux de 57% et 9° pour le reste des séquences, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

- Les discontinuités journalières existent pour ce cas d'étude. Les saisonnières sont absentes (Figure IX. 32).

- **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin**, pour un matin, midi et un après-midi de la journée de mi saison, le parcours se compose de 07 séquences, réparties sur la température de 18° avec un taux de 57% et 22° pour le reste des séquences, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi et après midi** : pour un midi et un après-midi de la journée de mi saison, le parcours se compose de 06 séquences, répartie sur la température de 18° et 22° avec un taux de 50%, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ Les discontinuités journalières et saisonnières existent pour ce cas d'étude.

- **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin** : pour un matin de la journée la plus chaude, le parcours se compose de 03 séquences, répartie sur la température de 22° avec un taux de 67%, et 27° pour le reste, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi** : pour un midi de la journée la plus chaude, le parcours se compose de 07 séquences, réparties sur la température de 22° avec un taux de 57% et 27° pour le reste des séquences, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**L'après-midi** : pour un après-midi de la journée la plus chaude, le parcours se compose de 5 séquences, réparties sur la température de 18° et 27° avec un taux de 50%, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ Les discontinuités journalières et saisonnières existent pour ce cas d'étude (Figure IX. 32).

ETAGE 02 :

- **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin** : pour un matin de la journée la plus froide, le parcours se compose de 08 séquences, répartie sur la température de 4° avec un taux de 12,5% et 9° avec un taux de 37,5 le reste des séquences à 13°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi, après-midi** : pour un midi de la journée la plus froide, le parcours se compose de 12 séquences, répartie sur la température de 4° avec un taux de 8 % et 9° avec un taux de 16%, 13° avec un taux de 40% et le reste des séquences à 18°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

- En plus des discontinuités périodiques, les discontinuités journalières sont existantes.

- **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin, midi** : pour un matin et midi de la journée de mi saison, le parcours se compose de 08 séquences, répartie sur la température de 13° et 18° avec un taux de 50%, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Après-midi** : pour un après-midi de la journée de mi saison, le parcours se compose de 09 séquences, répartir sur la température de 13° avec un taux de 22% et 18° avec un taux de 44% et le reste des séquences à 22°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ Les discontinuités journalières et saisonnières existent pour ce cas d'étude (Figure IX. 33).

- **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin** : pour un matin de la journée la plus chaude, le parcours se compose de 06 séquences, répartie sur la température de 22° et 27° avec un taux de 50%, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi** : pour un midi de la journée la plus chaude, le parcours se compose de 09 séquences, réparties sur la température de 22° avec un taux de 22% et 27° avec un taux de 44% et le reste des séquences à 31°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**L'après-midi** : pour un après-midi de la journée la plus chaude, le parcours se compose de 08 séquences, répartie sur la température de 22° et 27° avec un taux de 25% et 31° avec un taux de 12,5 %, et le reste des séquences à 36°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

- Les discontinuités journalières et saisonnières existent pour ce cas d'étude (Figure IX. 33).

• **Commentaire annuel :**

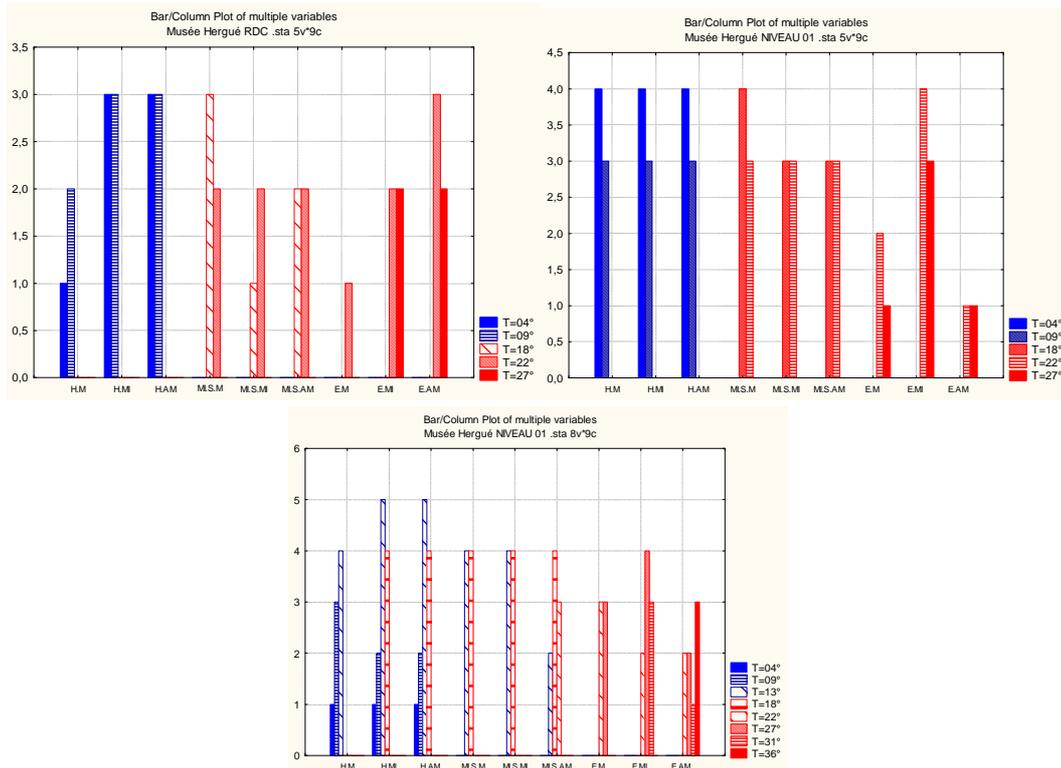


Figure IX. 31.32.33 : Graphes de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température).  
Source : Auteur, 2016.

Pour le RDC et le 2eme niveau les discontinuités sont globale, et caractérisent toutes les périodes de l'année, pour le premier niveau les discontinuités hivernales sont absente, ce qui renvoie à un taux de 75%. Les discontinuités annuelles globales pour l'ensemble des étages sont de 91,66% (Figure IX. 31,32,33).

**10. Le musée situé en Finlande :**

**10.1. Musée Nykyaiteen Kiasma, Helsinki, (Steven Holl 1993-1998):**

**10.1.1. Les écarts de températures dans le Parcours et les séquences :**

ETAGE

Tableau IX. 04 : récapitulatif des températures et le nombre des séquences dans le parcours en fonction des saisons

Source : Auteur, 2016.

Hivers
--------

Matin		Midi		Après midi	
Parcours	N séquences	Parcours	N séquences	Parcours	N séquences
Type 01 (02°)	01	Type 01 (02°)	01	Type 01 (02°)	01
Mi saison					
Matin		Midi		Après midi	
Parcours	N séquences	Parcours	N séquences	Parcours	N séquences
Type 01 (06°)	01	Type 01 (06°)	01	Type 01 (06°)	01
Eté					
Matin		Midi		Après midi	
Parcours	N séquences	Parcours	N séquences	Parcours	N séquences
Type 01 (22°)	01	Type 01(22°)	01	Type 01(22°)	01
		Type 02 (30°)	02	Type 02 (30°)	02

- **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin, Midi, après-midi :** pour un matin un midi et un après-midi de la journée la plus froide, le parcours constitue une seule séquence thermique de 02°.

➤ Absence des discontinuités journalières et saisonnières

- **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin, Midi, après-midi :** pour un matin un midi et un après-midi de la journée de mi saison, le parcours constitue une seule séquence thermique de 06°.

➤ Absence des discontinuités journalières et saisonnières

- **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin :** pour un matin de la journée la plus chaude, le parcours constitue une seule séquence thermique de 22°.

**Midi, Après-midi :** pour midi et un après-midi de la journée la plus chaude, le parcours de compose de 3 séquences, répartie sur la température de 22° avec un taux de 33 % et le reste des séquences à 30°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ Présence des discontinuités journalières et saisonnières

RDC :

- **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin, Midi, après-midi :** pour un matin un midi et un après-midi de la journée la plus froide, le parcours constitue une seule séquence thermique de 02°.

➤ Absence des discontinuités journalières et saisonnières

- **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin :** pour un matin de la journée de mi saison, le parcours constitue une seule séquence thermique de 02°.

**Midi :** pour un midi de la journée de mi saison, le parcours se compose de 7séquences, répartie sur la température de 6° avec un taux de 57%, et 10° pour le reste des séquences, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Après-midi :** pour un après-midi de la journée de mi saison, le parcours se compose de 5séquences, répartie sur la température de 6° avec un taux de 60%, et 10° pour le reste des séquences, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ Présence des discontinuités journalières et saisonnières

- **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin, midi, Après-midi :** pour un matin, un midi et un après-midi de la journée la plus chaude, le parcours de compose de 3 séquences, répartie sur la température de 14° avec un taux de 67 % et le reste des séquences à 22°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ Présence des discontinuités journalières et absence des saisonnières

- **Commentaire annuel :**

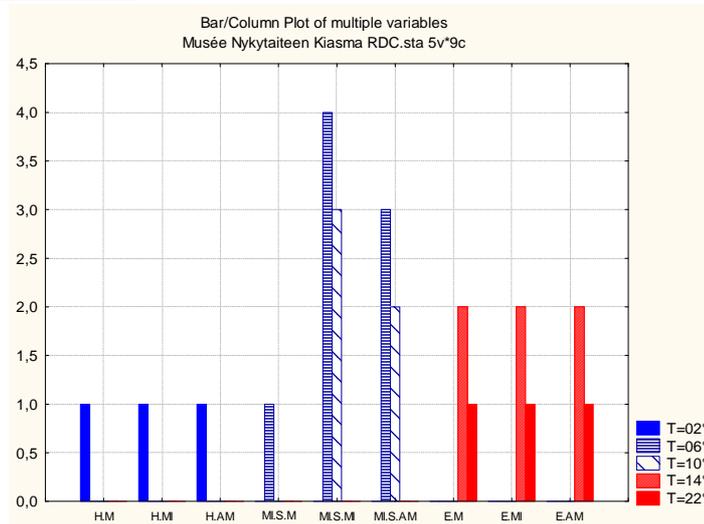


Figure IX. 34 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température).

Source : Auteur, 2016.

Pour le RDC de ce musée les discontinuités annuelles globales sont de 25%, et pour l'étage elles sont de 75%. Ce qui renvoie à un taux global annuel de 50% (Figure IX. 34).

## 11. Le musée situé en Suède :

### 11.1. Le musée d'Art moderne et d'Architecture, Suède (Rafael Moneo 1990-1997) :

#### 11.1.1. Les écarts de températures dans le Parcours et les séquences :

RDC :

- **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin, Midi, après-midi :** pour un matin un midi et un après-midi de la journée la plus froide, le parcours constitue une seule séquence thermique de 02°.

➤ Absence des discontinuités journalières et saisonnières (Figure IX. 35)

- **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin, Midi, après-midi :** pour un matin un midi et un après-midi de la journée de mi saison, le parcours de compose de 4séquences, répartie sur la température de 5° et 9° avec un taux de 50%, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ Présence des discontinuités journalières et absence des saisonnières (Figure IX. 35)

- **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin, Midi, après-midi :** pour un matin, midi et après midi de la journée la plus chaude, le parcours constitue une seule séquence thermique de 19°.

En plus des discontinuités périodiques, les discontinuités saisonnières sont existantes.

ETAGE :

- **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin, Midi, après-midi :** pour un matin un midi et un après-midi de la journée la plus froide, le parcours constitue une seule séquence thermique de 02°.

➤ Absence des discontinuités journalières et saisonnières (Figure IX. 36)

• **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin :** pour un matin de la journée de mi saison, le parcours se compose de 12 séquences, répartie sur la température de 8° avec un taux de 8%, et 11° avec un taux de 50%, et 14° pour le reste des séquences, ce qui revoit à l’existence des discontinuités thermiques.

**Midi, après-midi :** pour un midi et un après-midi de la journée de mi saison, le parcours se compose de 15 séquences, répartie sur la température de 11° et 14° avec un taux de 47%, et 8° pour le reste des séquences, ce qui revoit à l’existence des discontinuités thermiques.

➤ Présence des discontinuités journalières et saisonnières (Figure IX. 37)

• **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin, Midi, après-midi :** pour un matin un midi et un après-midi de la journée la plus chaude, le parcours se compose de 11 séquences, répartie sur la température de 20° avec un taux de 36% et 26° pour le reste des séquences, ce qui revoit à l’existence des discontinuités thermiques.

➤ Présence des discontinuités journalières et absence des saisonnières

• **Commentaire annuel :**

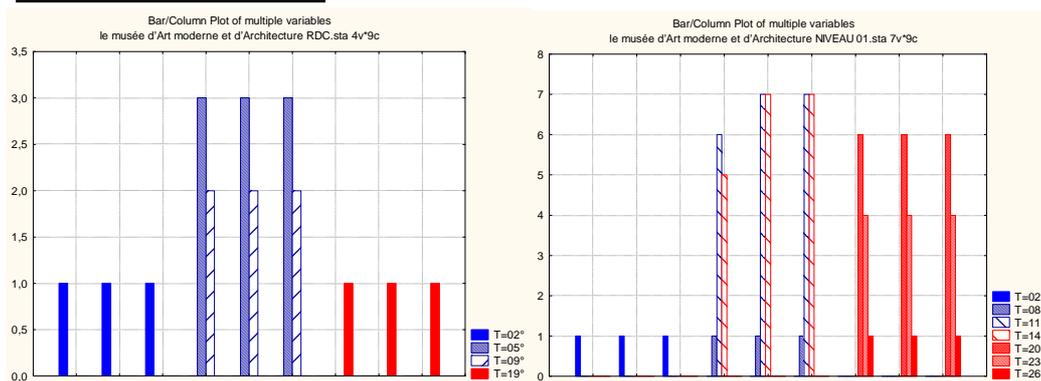


Figure IX. 35.36 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température).  
Source : Auteur, 2016.

Les discontinuités annuelles sont absente au niveau du RDC, elles sont par contre présentées dans les périodes de mi saison pour l’étage avec un taux global de 50%. Le taux des discontinuités annuelles pour ce cas d’étude est de 25% (Figure IX. 36,37).

**12. Les musées situés au Danemark :**

**12.1. North Jutland Art Museum Alborg (Elissa and Alvar Aalto1998):**

**12.1.1. Les écarts de températures dans le Parcours et les séquences :**

RDC:

• **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin, midi et après-midi :** pour un matin, midi et après-midi de la journée la plus froide, le parcours constitue une seule séquence thermique de 6°.

➤ Absence des discontinuités journalières et saisonnières

• **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin, midi, après-midi :** pour un matin midi et après midi de la journée de mi saison, le parcours se compose de 07 séquences, réparties sur la température de 6° avec un taux de 57% et 10° pour le reste des séquences, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ Présence des discontinuités journalières et absence des saisonnières (Figure IX. 37).

- **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin, midi et après midi :** pour un matin, midi et après midi de la journée la plus chaude, le parcours constitue une seule séquence thermique de 18°.

➤ Absence des discontinuités journalières et saisonnières (Figure IX. 37).

ETAGE:

- **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin, midi et après midi :** pour un matin, midi et après midi de la journée la plus froide, le parcours constitue une seule séquence thermique de 6°.

➤ Absence des discontinuités journalières et saisonnières

- **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin :** pour un matin de la journée de mi saison, le parcours se compose de 11 séquences, répartir sur la température de 6° avec un taux de 55% et 10° pour le reste des séquences, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi :** pour un midi de la journée de mi saison, le parcours se compose de 10 séquences, réparties sur la température de 6° et 10° avec un taux de 50%, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Après-midi :** pour un après-midi de la journée de mi saison, le parcours se compose de 7 séquences, réparties sur la température de 6° avec un taux de 43% et 10° pour le reste des séquences, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ Présence des discontinuités journalières et saisonnières (Figure IX. 38)

- **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin, midi et après midi :** pour un matin, midi et après midi de la journée la plus chaude, le parcours constitue une seule séquence thermique de 18°.

➤ Absence des discontinuités journalières et saisonnières

- **Commentaire annuel :**

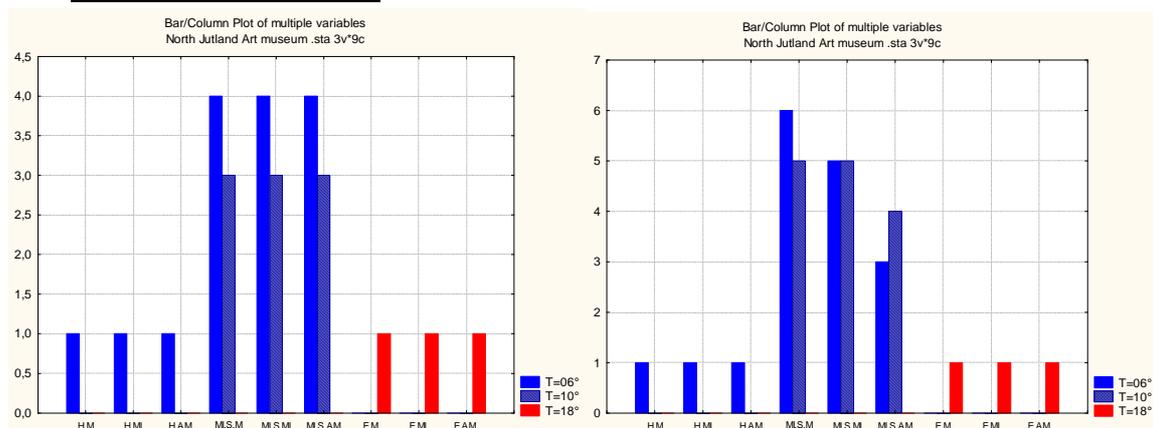


Figure IX. 37.38 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température).

Source : Auteur, 2016.

Le taux des discontinuités annuelles est de 25%, répartie sur une absence totale au niveau du RDC et une présence au niveau du premier étage en période de mi saison avec un pourcentage de 50% (Figure IX. 37,38).

**13 Le musée situé en Grèce :**

**13.1. Musée de l'Acropole Athènes (Bernard Tschumi 2007) :**

**13.1.1. Les écarts de températures dans le Parcours et les séquences :**

RDC :

• **Les écarts de températures hivernaux :**

**Matin :** pour un matin de la journée la plus froide, le parcours de compose de 5séquences, répartie sur la température de 5° avec un taux de 60% et le reste des séquences à 9°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi :** pour un midi de la journée la plus froide, le parcours de compose de 7séquences, répartie sur la température de 5° avec un taux de 57% et le reste des séquences à 9°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Après-midi :** pour un après-midi de la journée la plus froide, le parcours de compose de 11séquences, répartie sur la température de 5° avec un taux de 46% et le reste des séquences à 9°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ Présence des discontinuités journalières et saisonnières (Figure IX. 39)

• **Les écarts de températures des mi saisons :**

**Matin :** pour un matin de la journée de mi saison, le parcours de compose de 6 séquences, répartie sur la température de 13° avec un taux de 86% et le reste des séquences à 9°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Midi :** pour un midi de la journée de mi saison, le parcours de compose de 5séquences, répartie sur la température de 9° avec un taux de 60% et le reste des séquences à 13°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

**Après-midi :** pour un après-midi de la journée de mi saison, le parcours de compose de 9séquences, répartie sur la température de 9° avec un taux de 56% et le reste des séquences à 13°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ Présence des discontinuités journalières et saisonnières (Figure IX. 39)

• **Les écarts de températures estivaux :**

**Matin :** pour un matin de la journée la plus chaude, le parcours de compose de 3 séquences, répartie sur la température de 21° avec un taux de 33 % et le reste des séquences à 33°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques

**Midi, Après-midi :** pour midi et un après-midi de la journée la plus chaude, le parcours de compose de 3 séquences, répartie sur la température de 22° avec un taux de 67 % et le reste des séquences à 30°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques

➤ Présence des discontinuités journalières et saisonnières (Figure IX. 39).

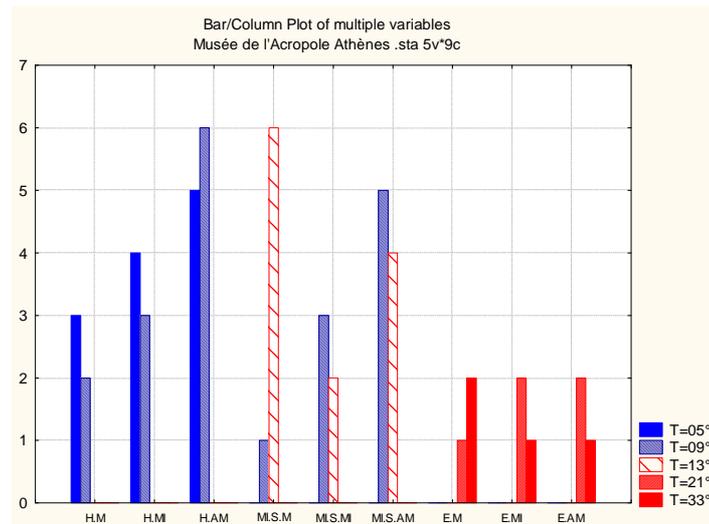


Figure IX. 39 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température).  
Source : Auteur, 2016.

## ETAGE :

### 14. Le musée situé en Norvège :

#### 14.1. Aukrustsentret Alvdal, Norvège (Sverre Fehn 1993-1996) :

##### 14.1.1. Les écarts de températures dans le Parcours et les séquences :

- Les écarts de températures hivernaux :

**Matin, Midi, après-midi :** pour un matin un midi et un après-midi de la journée la plus froide, le parcours constitue une seule séquence thermique de 02°.

➤ Absence des discontinuités journalières et saisonnières

- Les écarts de températures des mi saisons :

**Matin, Midi, après-midi :** pour un matin un midi et un après-midi de la journée de mi saison, le parcours constitue une seule séquence thermique de 06°.

➤ Absence des discontinuités journalières et saisonnières

- Les écarts de températures estivaux :

**Matin et après midi :** pour un matin un midi de la journée de la plus chaude, le parcours constitue une seule séquence thermique de 22°.

**Midi :** pour un midi de la journée la plus chaude, le parcours de compose de 5séquences, répartie sur la température de 9° avec un taux de 60% et le reste des séquences à 13°, ce qui revoit à l'existence des discontinuités thermiques.

➤ Présence des discontinuités journalières et saisonnières

- Commentaire annuel :

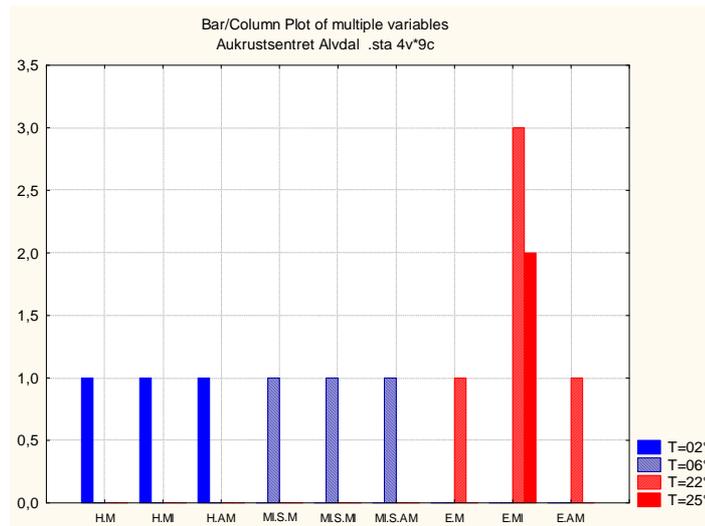


Figure IX. 40 : Graphe de variable multiple (nombre de séquences, les périodes, la température).  
Source : Auteur, 2016.

Les discontinuités annuelles caractérisent la période estivale leurs taux est de 25% (Figure IX. 40).

**2. Les discontinuités thermiques résultantes :**

**2.1. Les typologies des discontinuités résultantes :**

**2.1.1. Les discontinuités par période de l'année :**

La notion de discontinuité, comme ça été défini auparavant, est directement liée aux discontinuités de température qui affectent les caractéristiques de l'environnement thermique tout au long d'un parcours. Nous avons rassemblé les discontinuités résultantes dans le tableau (Tableau IX. 03) qui suit :

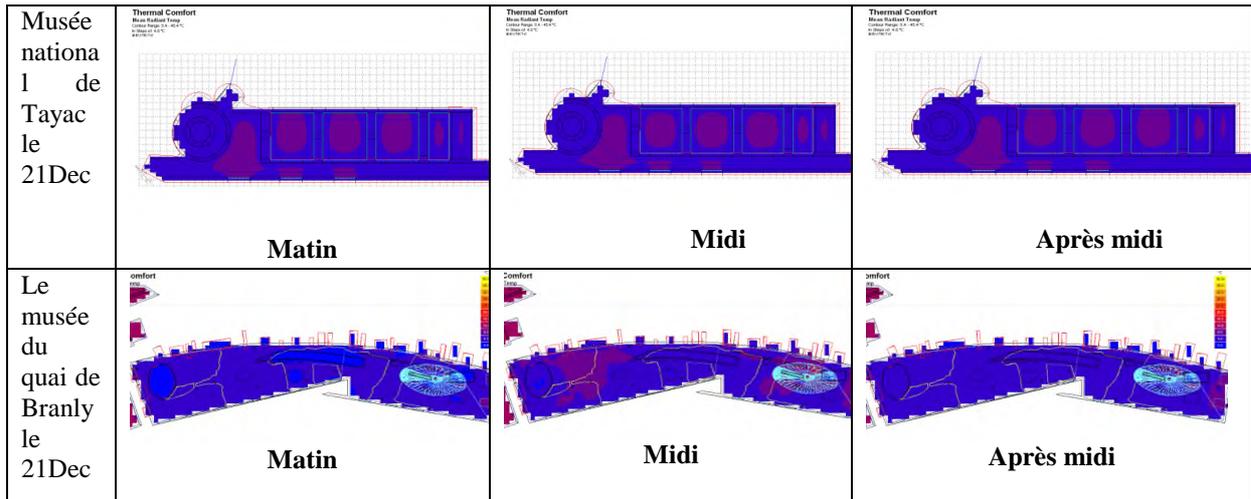
Tableau IX. 05 : récapitulatif des pourcentages de discontinuités résultantes  
Source : Auteur, 2016

Saison	Période des discontinuités	Pourcentage	
Hivers	Les discontinuités hivernales matinales	47%	40%
	Les discontinuités hivernales à midi	50%	
	Les discontinuités hivernales les après-midis	50%	
Mi saison	Les discontinuités de mi saison le matin	73%	77%
	Les discontinuités de mi saison à midi	77%	
	Les discontinuités de mi saison l'après midi	77%	
Été	Les discontinuités estivales le matin	80%	77%
	Les discontinuités estivales à midi	80%	
	Les discontinuités estivales l'après-midi	80%	

L'analyse séquentielle, a permis de ressortir les discontinuités qui existent dans notre corpus d'étude. Elles sont toutes de type : « discontinuités majeures », parce qu'elles ont un pourcentage supérieur ou égale à 50% au sein du corpus.

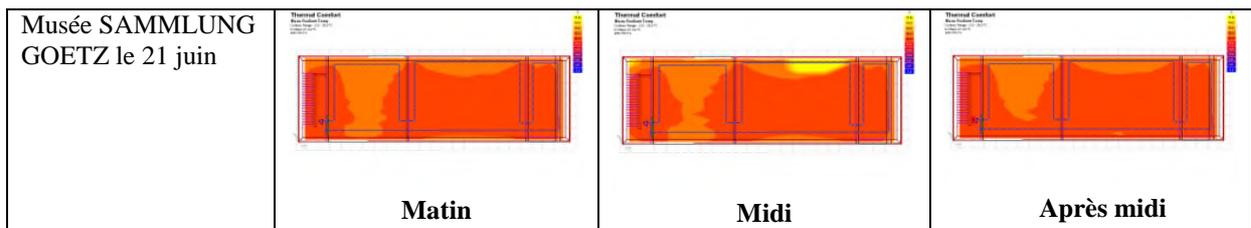
Il est à remarquer que pour la période d’hivers les discontinuités caractérisent 40% des cas d’étude c’est les plus faible de toutes les saisons, représentant un pourcentage égal à 50% pour tous les périodes de la journée (matin, midi et après midi). Nous citons le cas Musée national de Tayac ou elles existent avec un pourcentage de 50,5% et le musée du quai de Branly ou elles sont inexistantes (Tableau IX. 06).

**Tableau IX. 06 : Les exemples des discontinuités thermiques pour la saison d’hivers**  
Source : Auteur, 2016.



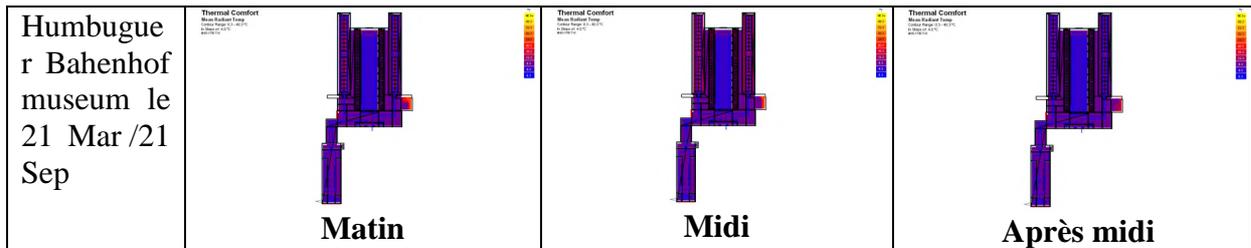
Pour la période de l’été (Tableau IX. 07) nous avons remarqué que les discontinuités des températures caractérisent 77% des cas de notre corpus, elles sont réparties à un taux égal dans tout le corpus, et constitue 80% pour chaque période de la journée. Nous citerons à cet effet le cas du musée SAMMLUNG GOETZ.

**Tableau IX. 07 : Les exemples des discontinuités thermiques pour la saison d’été**  
Source : Auteur, 2016.



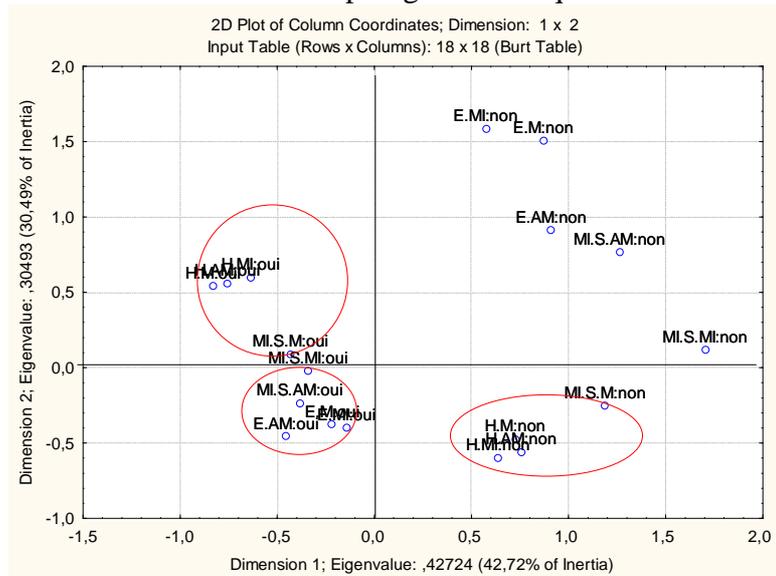
Pour la période de mi saison qui représente la durée annuelle (Tableau IX. 08) la plus longue des discontinuités vues qu’elle s’étale sur six mois, nous avons aussi remarquer qu’elles sont présentes dans 77% des cas d’étude réparties comme suit : les discontinuités de température matinale touchent 73% des cas, les discontinuités pour la période de midi et l’après-midi touche 77% des cas de notre corpus. Nous citerons à titre d’exemple le musée :

**Tableau IX. 08 : Les exemples des discontinuités thermiques pour les mi saison**  
Source : Auteur, 2016.



**2.1.2. Les correspondances entre les discontinuités :**

Après avoir repéré et identifié les discontinuités dans notre corpus d'étude, nous avons exploré les correspondances entre elles, dans l'objectif de rechercher des groupements de discontinuités favorables à la création de topologies thermiques.



**Figure IX. 41 : les correspondances entre les discontinuités thermiques**  
Source : Auteur, 2016.

Nous avons obtenu selon la Figure ix. 41 deux familles de discontinuités :

Catégorie 01 : H. M/H.MI/H.AM/ML.S.M

Toutes les discontinuités des températures caractérisant toutes les périodes de l'hiver, et la discontinuité de mi saison pour la période de la matinée constituent une seule famille pour la majorité des cas d'étude.

Catégorie 02 : ML.S.MI/ML.S.AM/E.M/E.MI/E.AM

La deuxième famille des discontinuités est celle en relation avec tous les périodes de la journée d'été et la période de midi et après midi de la mi saison.

**2.2. Les discontinuités et les caractéristiques du projet influant sur la thermique :**

Nous avons essayé d'étudier pour ce point les discontinuités qui peuvent caractérisait l'espace thermiquement en relation avec quelque facteur influant sur le confort thermique dès la phase conception, ces facteurs sont ; i) le site et la latitude, ii) l'orientation, iii) les matériaux.

**2.2.1. Le site et la latitude :**

L'analyse multivariée nous a permis de faire ressortir trois types de catégories en fonction des discontinuités présentées comme suit :

Catégorie 01 : site urbain /les latitudes [0-50] [50-100] [200-250] / H. M//H.MI/H.AM/ML.S.M/ML. S.MI

Elle représente toutes les discontinuités d’hiver, et celle de la période de la matinée et de midi de mi saison qui sont présentent dans les musées situés dans un milieu urbain, et pour les latitudes incluses entre 0-100 m et 200-250 m

Catégorie 02 : site urbain /la latitude [100-150] / E.M/E.MI/E.AMI/MI. S.AM

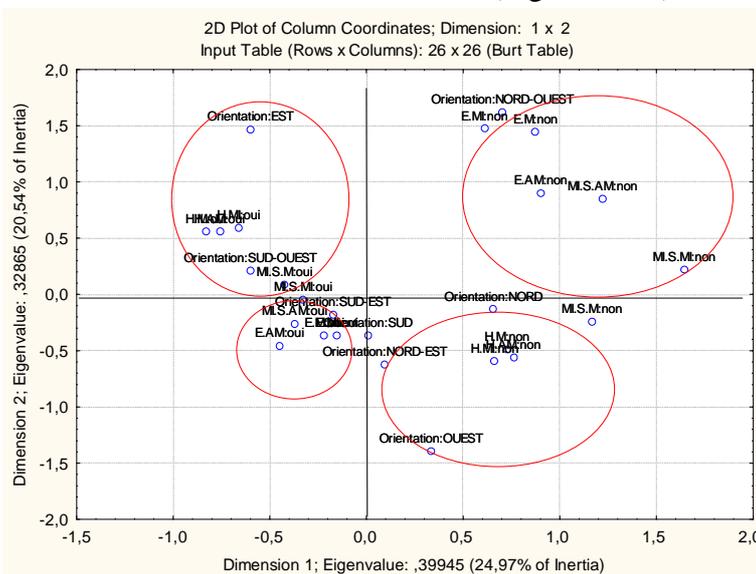
Elle représente toutes les discontinuités d’été et celle de la période de l’après-midi de la mi saison qui sont présentent dans les musées situés dans un milieu urbain, et pour les latitudes incluses entre 100-150 m.

Catégorie 03 : site nature dont la latitude est comprise [400-450] / absence de discontinuités E.M/E.MI/E.AMI/ MI.S. MI/ MI. S.AM

Elle représente l’absence totale des discontinuités d’été, et celle de la période de l’après-midi de mi saison qui sont présentent dans les musées situés dans un milieu naturel, et pour les latitudes incluses entre 400-450 m

**2.2.2. L’orientation :**

En faisant correspondre les discontinuités thermiques des séquences avec l’orientation de chaque projet, nous avons obtenu les résultats suivants (Figure IX. 42) :



**Figure IX. 42 : les correspondances entre les discontinuités thermiques et les orientations**  
 Source : Auteur, 2016.

Catégorie 01 : Les orientations (Est, Sud-Ouest) correspondent : H. M//H.MI/H.AM/MI.S.M/M. S.MI

Toutes les discontinuités thermiques de la saison d’hivers et celles de la matinée et de midi pour le mi saison correspondent à l’orientation Est, Sud-Ouest.

Catégorie 02 : les orientations (Sud, sud-Est) : E.M/E.MI/E.AMI/MI. S.AM

Elle représente toutes les discontinuités d’été et celle de la période de l’après-midi de la mi saison qui sont présentent dans les musées dont l’orientation Sud ou Sud-Est.

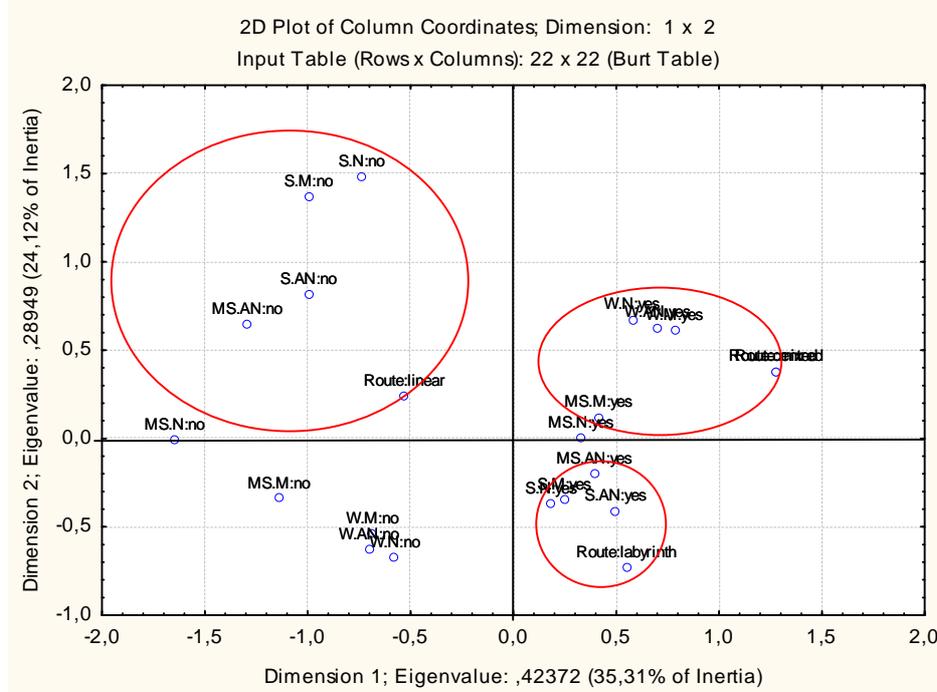
Catégorie 03 : les orientations : Nord-Ouest absence de discontinuités E.M/E.MI/E.AMI/MI. S.AM, et pour l’orientation Nord, Nord-Est, Ouest absence de discontinuité H. M//H.MI/H.AM/MI.S.M/M. S.MI,

Pour cette catégorie nous avons trouvé deux résultats, d’abord celle caractérisée par l’absence des discontinuités thermiques de la saison d’été et celles de l’après-midi pour les mi saison

correspondent à l'orientation Nord-Ouest. Et un second caractérisé aussi par l'absence de toutes les discontinuités d'été et celle de la période de l'après-midi de la mi saison qui correspond à l'orientation Nord, Nord-Est et Ouest.

**2.3. Le parcours :**

Nous vous avons fait correspondre les typologies de parcours qui existaient avec les typologies de discontinuités et nous avons fait ressortir trois catégories (Figure IX. 43) :



**Figure IX. 43 : les correspondances entre les discontinuités thermiques et les parcours**  
 Source : Auteur, 2016.

Catégorie 01 : parcours labyrinthe : E.M/E.MI/E.AMI/MI. S.AM

Pour les parcours muséaux de type labyrinthe, les discontinuités thermiques rencontrées sont ceux des températures de la saison d'été et de mi saison en période de l'après-midi.

Catégorie 02 : parcours centré et mixte : H. M//H.MI/H.AM/MI.S.M/M. S.MI

Pour les discontinuités thermiques de la saison d'hivers (matin midi et après-midi) et celle de la mi saison en période matin et midi, les parcours muséaux sont de type centré ou mixte.

Catégorie 03 : parcours linéaire : absence discontinuité E.M/E.MI/E.AMI/MI. S.AM .M.S.MI

Pour les parcours de type linéaire, on remarque l'existence des discontinuités d'été durant les trois périodes de la journée, et pour les mi saison pour les périodes après-midi et midi.

**2.4. Correspondance globale :**

**Tableau IX. 09 : Récapitulatif des correspondances globales**

Source : Auteur, 2016.

Les discontinuités	Les orientations	Les latitudes	Le site	Le parcours
H. M//H.MI/H.AM/MI.S.M/M. S.MI	EST SUD- OUEST	0 à 250	Urbain	Centré Mixte
E.M/E.MI/E.AMI/MI. S.AM .M.S.MI	Sud	-	Urbain	Labyrinthe

	Sud est Ouest			
Absence de discontinuité E.M/E.MI/E.AMI/MI. S.AM .M.S.MI	Nord-ouest	400+	NATUREL	Linéaire
Absence de discontinuité H. M//H.MI/H.AM/ML.S.M/M. S.MI	Nord	250-300	-	-

**Synthèse :**

Comme nous l’avons expliqué dans le chapitre 02, dans le musée le confort thermique est lié à l’ambiance thermique, cette dernière est souvent très influencée par les choix de l’architecte lors de la conception (les orientations, les matériaux ...), le confort est également lié aux microclimats intérieurs du projet, qui est assujetti aux températures et à l’humidité de l’air (y compris ses mouvements). Et ce ne sont pas uniquement les visiteurs qui sont exposés à ces différents phénomènes, mais aussi les œuvres d’art qu’il faudra préserver contre les différents excès qui peuvent réduire leurs durées de vie.

Nous avons remarqué dans les musées de notre corpus que pour des conditions très proches de la réalité, sans prendre en considération les modes de chauffage et de climatisation, les écarts de températures existes sous différentes formes. D’abord elles sont d’une moyenne de 40% dans tout le corpus pour la période d’hivers, et de 77% et 80% pour les périodes de mi saison et d’été. Ce qui implique que les écarts sont très faibles et parfois absents en période d’hivers.

L’analyse des correspondances multivariée nous a permis de constater que les écarts de température, constituent des familles de correspondance qui sont les suivantes : Famille 01 : H. M/H.MI/H.AM/ML.S.M, Famille 02 : ML.S.MI/ML.S.AM/E.M/E.MI/E.AM

L’influence des écarts de température sur le parcours est très variable. Nous avons constaté que pour les musées ou le parcours est de type labyrinthique, les topologies thermiques existent toutes les heures de la saison d’été, et la période de l’après-midi durant les mi saison. Pour les musées à parcours linéaire, les topologies thermiques sont présentes aussi la saison de l’été pendant toutes les périodes de la journée, mais aussi pendant l’heure de midi et l’après midi de la mi saison (septembre et mars).

Enfin pour les musées à parcours centré ou mixte, les topologies thermiques présentes sont celles de la saison d’hivers avec toutes ses périodes, et les périodes de matin et midi de la mi saison.

Nous pouvons pour synthétiser dire que la topologie thermique existe dans le musée et qu’elle dépend pour le cas de notre étude de trois paramètres qui sont : i) la Forme architecturale (le style) ii) Le parcours iii) La température moyenne radiante optimale.

La forme architecturale résultante est appelée dans le jargon des architectes l’enveloppe, elle n’est pas seulement la somme de toutes les interrelations entre les différents matériaux, mais aussi l’ensemble des décrochements et des cassures au sein de la volumétrie globale. Les formes simples de nature compacte sont caractérisées par l’existence des topologies thermiques qui ne dureront pas plus de 03 mois (le temps d’une saison). Et ce, quel que soit la typologie du parcours.

Les topologies thermiques de mi saison qui peuvent affecter le parcours muséal sur une période de six mois, caractérisent très souvent les formes architecturales peu compactes avec un pourcentage de décrochements à 50%, ceci est valable pour tous les types de parcours. Les topologies thermiques de mi saison sont aussi absentes dans le cas des musées à décrochement multiples (déconstructivistes ou organiques), et le parcours choisi par les architectes pour ce type de musée est souvent de type labyrinthe ou mixte.

S'agissant de la température, nous ne pouvons pas nous prononcer clairement sur l'intention ambiante de l'architecte, vu que les récits journalistiques et même ceux des architectes sont très faibles à ce sujet, demeurant centrés autour de l'ambiance lumineuse jugée prioritaire pour la réussite de l'exposition. La majorité des musées de notre corpus ont été traités après ou pendant leurs réalisations par des entreprises de chauffage ou de climatisation, ce qui fait qu'actuellement, ils sont dotés de dispositifs très sophistiqués, pour cela les conditions réelles sont difficiles à reproduire par le logiciel. Ceci étant, les discontinuités que nous avons obtenues sont significatives vu que notre travail a repris les conditions réelles du bâtiment lors de sa conception avec toutes les intentions conceptuelles de l'architecte.

**Conclusion :**

Le parcours dans l'espace muséal est un chemin déterminant de la promenade architecturale, soit le déplacement entre un espace d'exposition et un autre, le parcours dans cette recherche est composé de séquences qu'on peut définir comme étant une succession d'événements purement thermique, ou on passe d'une séquence à une autre par le biais d'une transition.

Cette transition peut être distinguée par le changement de l'ambiance thermique au sein du même espace. Elle est dans notre recherche la portion d'espace résultante de la simulation du confort thermique est basée sur la température moyenne radiante. Où le changement de la température sera accompagné par un changement de couleur, le nombre de séquence variera en fonction de la variation des couleurs de chaque température.

Il existe un grand nombre de discontinuités thermique qui peuvent caractériser le parcours muséal, et cela engendre aussi une variation des relations entre les différentes séquences du même parcours. L'étude de relation entre ces discontinuités nous a permis de dégager deux catégories de rapport entre elles.

**CARACTERISATION QUANTITATIVE DES  
ENVIRONNEMENTS PHYSIQUES  
LUMINEUSES, SONORES ET THERMIQUES.**

## Introduction :

Si on prend les recherches réalisées sur les musées en matière de confort, nous allons réaliser que le premier aspect du confort que les chercheurs traite est le confort visuel, cela est dû à la fonction initiale du musée, qui est l'exposition des œuvres d'art, si le visiteur est là c'est pour apprécier visuellement l'exposition. L'élément d'ambiance lié au confort visuel qu'on traite souvent dans les musées est la lumière, elle n'est pas étudiée seulement pour le confort de l'utilisateur et la réussite de l'exposition mais aussi pour son influence sur l'œuvre d'art par rapport aux éventuelles détériorations.

Saraiva M, (2001) avait précisé dans son travail que le confort du visiteur, ne peut pas être lié à un seul paramètre de l'ambiance mais à tous les paramètres de toutes les ambiances confondues. Le volet quantitatif à cet effet, qu'il soit fait par une analyse in situ, ou par l'expérimentation par la simulation peut confirmer des hypothèses pertinentes. Et il vient toujours compléter et appuyée toute la démarche qualitative liée à l'ambiance.

Nous allons dans ce chapitre étudier quantitativement nos cas d'étude, afin de voir si avec les résultats de la simulation, il pourrait y avoir des correspondances entre les musées répertoriés dans notre corpus ou non.

## 1.L'ambiance lumineuse :

### 1.1. Les normes d'exposition :

Après une analyse quantitative des musées nous avons conclu que corpus d'étude se compose en trois types de musée, i) des musées conformes à la réglementation de la lumière dans les musées, ii) des musées avec des valeurs supérieures à la réglementation de la lumière dans les musées, iii) des musées avec des valeurs inférieures à la réglementation.

En explorant la réglementation nous avons pu résumer les valeurs recommandées pour la nature des objets exposée (J. Tétreault, 2011) comme suit (Tableau X. 01) :

**Tableau X. 01 : Les normes d'éclairage dans les musées d'après J. Tétreault (2011)**

Source : J. Tétreault,2011.

Matériau/Pièce	Sensibilité	Niveau d'éclairage recommandé
Costumes et autres textiles, fourrures et plumes, cuir teinté, impressions, dessins, aquarelles, timbres, manuscrits, photographies anciennes en couleur, miniatures, transparents et peintures sur toile légèrement colorées et sans apprêt	Elevée	50 Lux
Peinture à l'huile et à la détrempe, laques, plastiques, bois, meubles, corne, os, cuir non teinté, minéraux et photographies modernes en noir et blanc	Moyenne	100 Lux
Pierre, céramique, verre et métal	Faible	300 Lux

Vu que notre travail s'est focalisé sur le parcours muséal, et l'espace d'exposition permanente, nous allons tout d'abord parler de norme d'éclairage (différents types d'éclairage) sur les types d'objets exposés. L'éclairage recommandé pour les objets considéré comme sensible à la lumière est environ de 50 Lux, comme les œuvres graphiques ou la photographie cette, cette recommandation concerne également les tableaux ou les objets peints mais qui présente une sensibilité moyenne à la lumière et les valeurs recommandées peuvent aller jusqu'à 200lux.

Pour les objets insensibles à la lumière et à ses effets, et d'après les experts il ne sera pas théoriquement nécessaire de fixer une norme, mais la norme trouvée dans la différente recommandation est de 300 lux est liée aux visiteurs parce qu'au-delà ça va créer un éblouissement.

Cependant ces valeurs peuvent changer en fonction de la durée d'exposition, d'après des experts si un objet est exposé avec une lumière de 50 lux pendant 10 heures, sa dose totale d'exposition sera de 500 lux/heures, qui est aussi équivalente à un éclairage intense égal à 500 lux pendant une heure de temps. Pour cela on peut pour des occasions spécifiques réduire le temps de visite et augmenter l'intensité lumineuse.

### 1.1.1. Des Musées aux normes par rapport à la lumière :

C'est des musées où dans la majorité des espaces de l'exposition permanente présente un éclairage conforme aux normes.

#### 1.1.1.1. Les musées aux normes avec œuvres à sensibilité élevée :

Tableau X. 02 : Les musées aux normes avec œuvres à sensibilité élevée

Source : auteur, 2017

Le musée	Eclairage surfacique minimal	Eclairage surfacique maximal
Le Musée de l'histoire naturelle paris	50lux	350lux
Bonfenten museum	50lux	350lux
Le musée Hergé	50 lux	350lux
Musée Norvège	50lux	250lux

Nous citons à titre d'exemple le musée de l'histoire naturelle paris (Figure X. 01), où dans l'étage supérieur où il y a une exposition temporaire on met de sensibilité faible, les valeurs d'éclairage sont très grandes et dépassent les 950 lux, par contre dans la courbe suspendue au rez de chaussée les valeurs d'éclairage varient entre 50 lux et 350 lux, on trouve même parfois des recours à l'éclairage artificiel, et ceci est dû à la nature des objets exposés, qui sont pour la plupart des animaux séchés, ou des maquettes à base de textile et plumes qui risquent de s'abîmer rapidement étant exposés à la lumière pendant de longues heures.

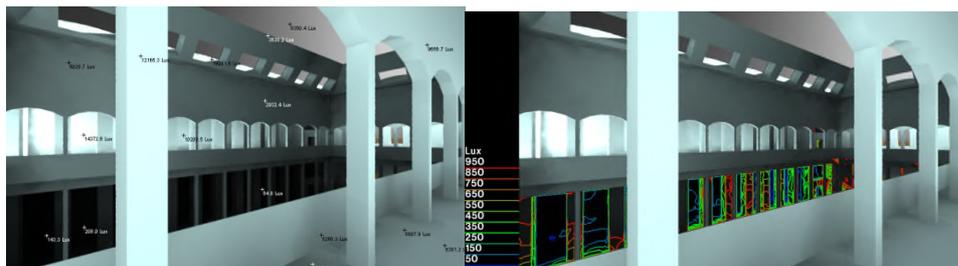


Figure X. 01 : Musée de l'histoire naturelle

Source : Auteur, 2011.

Le musée Hergé contient beaucoup de séquence d'exposition sombre (Figure X.02), les valeurs de l'éclairage sont très grandes dans les espaces d'exposition temporaire et avoisine les 650 lux pour les périodes les plus ensoleillées, les œuvres exposées dans ses espaces sont dans la plupart des maquettes de personnage en plastiques qu'on peut déplacer dans l'espace.

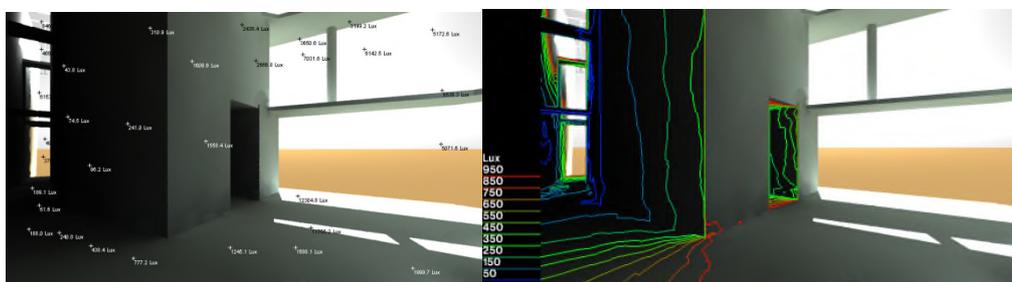


Figure X. 02 : Musée Hergé

Source : Auteur, 2011.

Cependant pour l'espace de l'exposition permanente les valeurs de l'éclairage varient entre 50 et 350 lux, ceci est dû à la nature des œuvres exposées qui sont pour la plupart des tableaux ou des magazines de bande dessinée, et même des espaces d'écoute et d'appréciation de vidéo (Figure X.03).

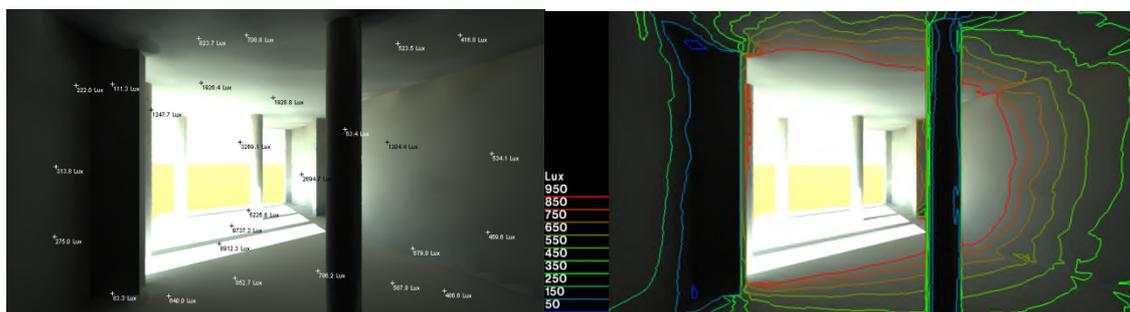


Figure X. 03 : Musée Hergé

Source : Auteur, 2011.

1.1.1.2. Les musées aux normes avec œuvres à sensibilité moyenne :

Tableau X. 03 : Les musées aux normes avec œuvres à sensibilité moyenne.

Source : auteur, 2017

Le musée	Eclairage surfacique minimal	Eclairage surfacique maximal
Musée d’ethnographie	50lux	450lux
Centro Gallego de Arte contemporaneo	150 lux	350lux
Le musée Beyler reihn	150lux	650lux
American air Museum	50lux	450lux
Juif de Berlin	50lux	650lux
North Jutland Museum	50lux	450lux
KUNSTHAL ; Rotterdam	50lux	550lux
KUNSTHAUS BREGENZ, Autriche	150lux	650lux

Nous citons à titre d’exemple le Centro Gallego de Arte Contemporaneo (Figure X.04) où les valeurs de l’éclairage varient entre 150 lux et 350 lux, nous trouvons pour les espaces de l’exposition permanente contenant des tableaux des valeurs d’éclairage qui ne dépassent pas les 150 lux.

Par contre dans les espaces où il y’a des objets d’Art métallique les valeurs varieront pour atteindre les 350lux.

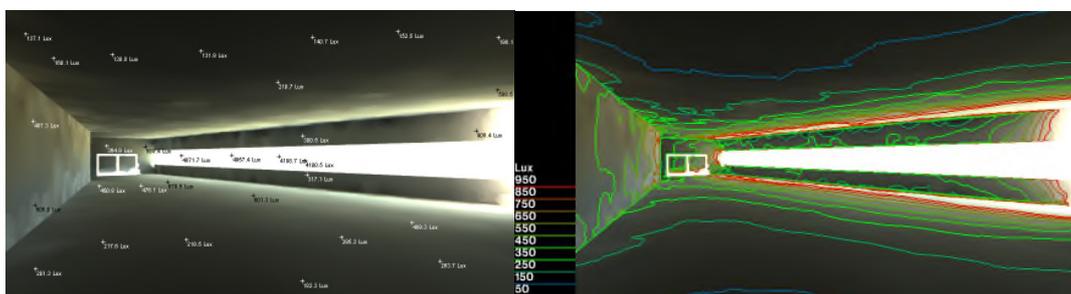


Figure X. 04 : Centro Gallego d’Arte contemporaneo

Source : Auteur, 2011.

Pour le cas du musée KUNSTHAUS BREGENZ les espaces de l’exposition permanente contient des tableaux en peinture et l’éclairage moyen dans ces espaces est de 150lux maximum (Figure X.05), pour les espaces de contemplation et d’accueil et même le parcours et malgré l’existence de traitement spécifique du vitrage, nous trouvons des valeurs d’éclairage qui peuvent aller jusqu’à 650lux.

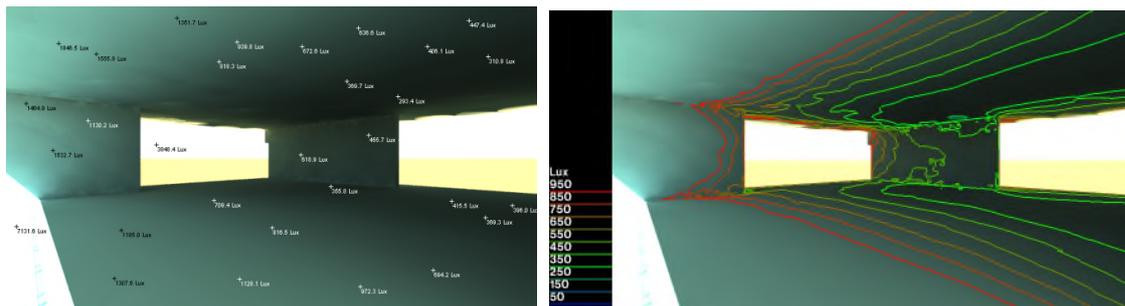


Figure X. 05 : KUNSTHAUS BREGENZ, Autriche  
Source : Auteur, 2011.

1.1.1.3. Les musées aux normes avec œuvres à sensibilité faible :

Tableau X. 04 : Les musées aux normes avec œuvres à sensibilité faible.  
Source : auteur, 2017

Le musée	Eclairage surfacique minimal	Eclairage surfacique maximal
Le musée des beaux-arts de Grenoble	250 lux	650lux
Musée du quai de Branly	50lux	750lux
Musée Jean Tinguely	50lux	750lux
Le musée d' Art moderne et d' Architecture	50lux	750lux
Guggenheim de Bilbao	50lux	750lux

Pour le cas du Musée des Beaux-Arts de Grenoble (Figure X.06), nous avons remarqué que pour les parties ou les tableaux en textile sont exposés les valeurs de l'éclairage ne dépassent pas les 100lux, et l'exposition est renforcée par de l'éclairage artificielle. Cependant pour les espaces comportant les objets exposés confectionnés en pierre et acier, les valeurs d'éclairage sont plus grandes et peuvent atteindre les 650 lux, ceci est dû à l'existence de l'éclairage zénithal.

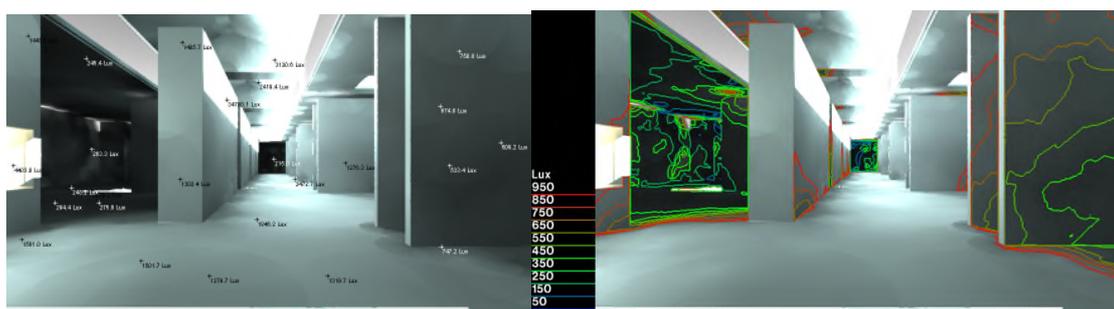


Figure X. 06 : Musée des Beaux-Arts de Grenoble  
Source : Auteur, 2011.

Toujours dans Les musées aux normes avec œuvres à sensibilité faible, et cette fois ci nous citons l'exemple du musée Jean Tinguely (Figure X.07), il existe une seule allée dans l'espace de l'exposition permanente contenant des photographies et dessin, et dont les valeurs de l'éclairage sont entre 100 et 150 lux. Pour le reste des espaces ils baignent dans la lumière

naturelle toute la journée et ce avec des valeurs d'éclairage pouvant aller jusqu'à 750lux, ces espaces sont caractérisés par des œuvres en métal et l'existence de l'éclairage zénithal par Lacurne.

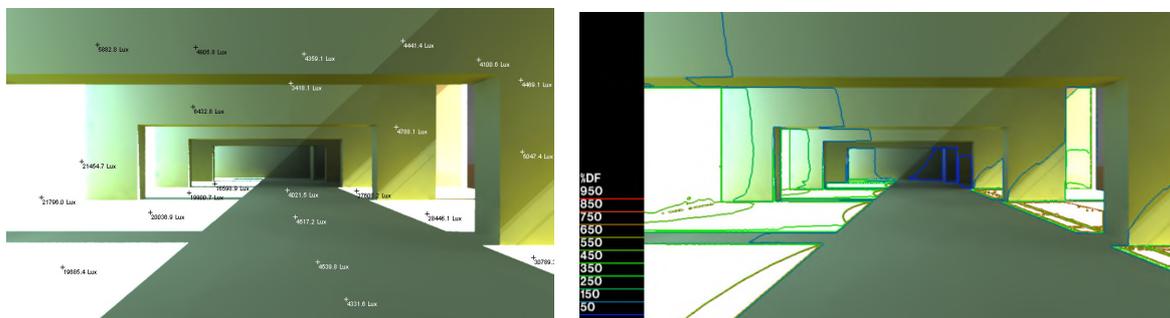


Figure X. 07 : Musée Jean Tinguely  
Source : Auteur, 2011.

1.1.2. Des musées aux valeurs d'éclairage supérieures aux normes :

Tableau X. 05 : Les musées aux valeurs d'éclairage supérieures aux normes  
Source : auteur, 2017

Le musée	Eclairage surfacique minimal	Eclairage surfacique maximal
Le musée départemental de la préhistoire	50lux	850 lux
Musée national de Tayac	200lux	950lux
SALMMANG GOETZ	650lux	950lux
Hamburguer bahnhof	200lux	950lux
Le musée de l'archéologie maritime	400lux	4000lux
Vitra Museum	350lux	750lux
Musée d'ethnographies suisse	150lux	750lux
Ara pacis	150lux	1000lux
Le musée de l'acropole d'Athènes	350lux	950lux
Le musée historique de Salzbourg	150lux	650lux
Concours du musée de quai de Branly	200lux	750lux

Nous citons comme cas d'exemple le Musée de l'Archéologie maritime CARTAGENA (Figure X.08), ou les valeurs de l'éclairage dépasseront les normes, nous pouvons noter des valeurs qui partent de 400 lux à 4000 lux devant les objets exposés qui sont des œuvres d'art en pierre.

Pour les espaces de circulation les valeurs de l'éclairage peuvent dépasser les 4000 lux, ceci est expliqué par la nature du vitrage qui avait été après l'intervention des muséographes complètement rénové.

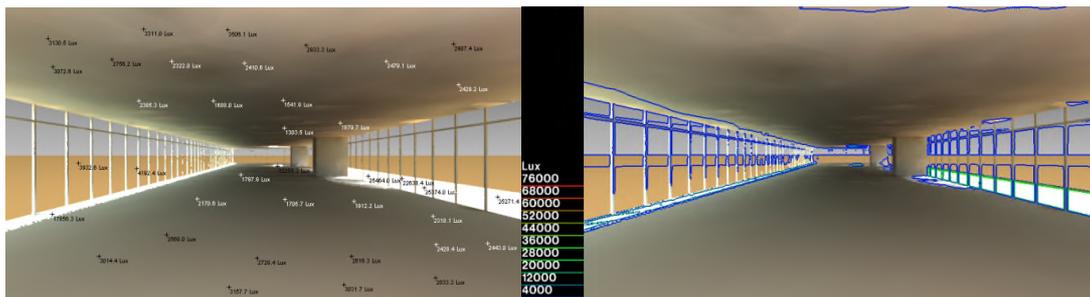


Figure X. 08 : Musée de l'Archéologie maritime CARTAGENA

Source : Auteur, 2011.

Dans Musée de l'Acropole Athènes (Figure X.09) nous avons constaté pour les deux niveaux de l'exposition permanente des valeurs d'éclairage très grande qui peuvent aller de 350 lux à 950 lux. Ceci est dû à la nature des œuvres exposés d'un coté qui sont majoritairement en pierre et qui datent de l'antiquité, et d'un autre coté à l'existence de de l'éclairage zénithal au niveau du premier niveau, et à la grande baie vitrée qui entourent tout le deuxième niveau.

Malgré cette quantité d'éclairage et d'éclairage surfacique qui sont très grande, nous n'avons pas constaté que le musée a des problèmes d'éblouissement.

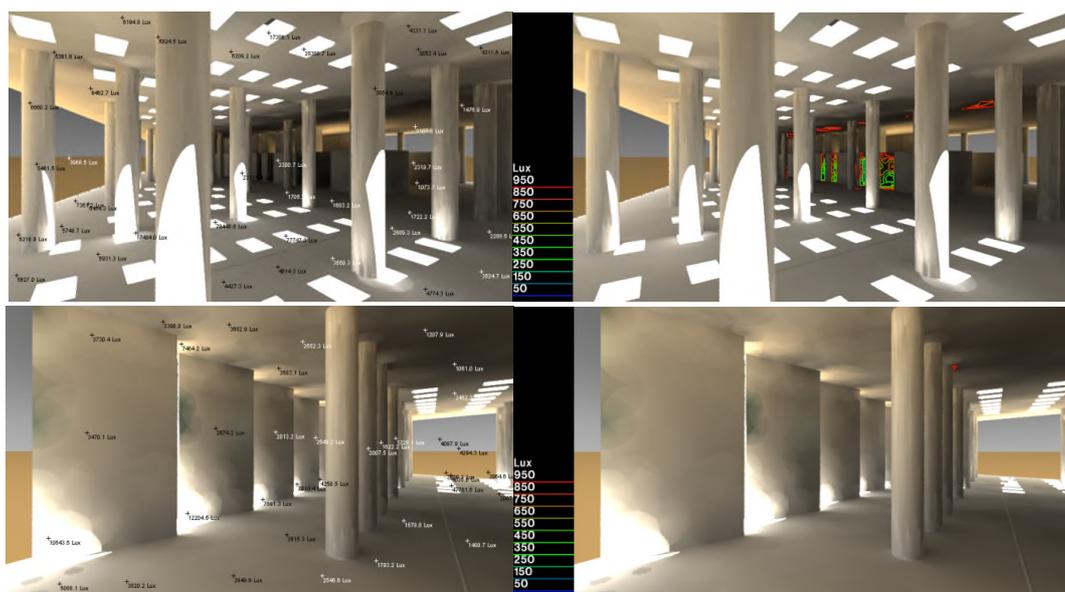


Figure X. 09 : Musée de l'Acropole Athènes

Source : Auteur, 2011.

Dans Musée départemental préhistoire (Figure X.10) il existe deux types d'espace un espace de l'exposition ou les valeurs de l'éclairage ne dépasse pas les 200lux, des espaces de circulation qui font partie du parcours et c'est là où nous avons remarqué des valeurs d'éclairage très variable, qui peuvent aller jusqu'à 850 lux à côté des baies vitrées des cours intérieurs.

Dans les espaces d'expositions les œuvres exposées sont de faible sensibilité, donc les valeurs de l'éclairage sont sans aucune influence sur eux. Pour l'espace restant, il existe cinq cours

intérieures et beaucoup d'éclairage par lucarne ce qui rend les valeurs de l'éclairage très grand.



Figure X. 10 : Musée départemental préhistoire  
Source : Auteur, 2011.

1.1.3. Des musées aux valeurs d'éclairage inférieures aux normes :

Tableau X. 06 : Les musées aux valeurs d'éclairage inférieures aux normes  
Source : auteur, 2017

Le musée	Eclairage surfacique minimal	Eclairage surfacique maximal
Le musée Hydraulique d'Espagne	50lux	150 lux

Nous constaté que seul le musée d'Espagne (Figure X.11), présente des valeurs d'éclairage très basse allant de 50 lux jusqu'à 150 lux, nous avons qualifié de très basse vu la nature des objets exposés qui sont dans a plupart des œuvres d'art en bois. Il existe une partie de l'exposition comportant un espace de circulation avec une baie zénithal, mais qui n'a aucune influence sur la nature de l'exposition.

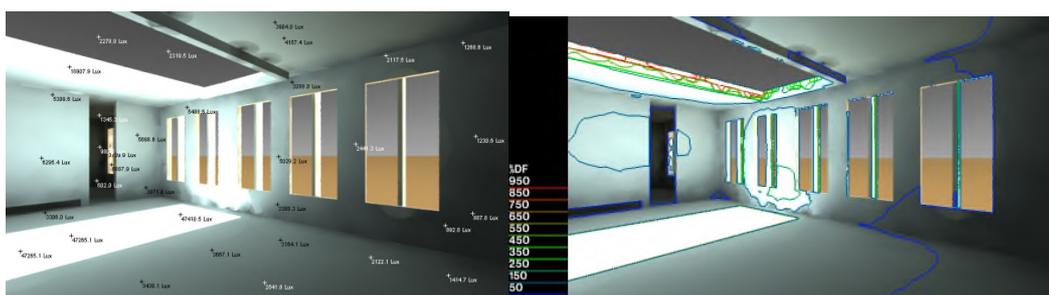


Figure X. 11 : Musée hydraulique Espagne  
Source : Auteur, 2011.

2. L'ambiance sonore :

Il est à préciser que pour l'ambiance acoustique nous avons pris les conditions à l'état normal, musée construit avec ces véritables matériaux, les positions de guide qui est considéré comme source sonore en mouvement. Nous avons exclu toutes les interventions muséographique sonore sur le musée (usages des silencieux ou séquences audio) ou même les corrections

acoustiques effectuées sur les aspects techniques (bruit de climatisation qui quant l'acoustique recommandé est de 35db, il peut offrir dans des salles plus de 65 db).

Pour l'ambiance sonore, nous avons obtenu des valeurs d'audibilité en db pour chaque plan, mais la lecture est la comparaison entre les différents exemples demande une analyse du cas par cas. Ce qui ne permettrait pas de déceler des relations entre les différents résultats, pour cela avons alors pris uniquement pour la zone du parcours muséal une analyse à part, par le biais de la courbe de temps de la réverbération, et en comparant la courbe de chaque parcours nous avons pu déceler quelques relations entre les différents musées en matière de qualité acoustique.

Le temps de réverbération est fonction de plusieurs paramètres le plus important est les fréquences des sons, qui dépendront du : i) volume du parcours, ii) les matériaux de construction (surfaces absorbantes, et coefficients).

Nous avons classé les musées en fonction de leurs courbes de temps de réverbération en trois parties : i) des courbes équilibrée, ii) les courbe décroissante, ii) les courbes croissantes.

Le logiciel ECOTECTv5 donne ces courbes souvent avec une bande en bleu, cette bande bleue indique la zone de réverbération optimale, avec une marge claire qui correspond à une baisse de qualité acoustique (en haut c'est l'écho, en bas c'est le phénomène de son sourd).

Afin d'analyser nos résultats, nous allons préciser que le spectre de la voix pris est de 100Hz à 5000Hz, pour des conditions de calme est d'intelligibilité de la parole, la voix du guide est comprise tel que nous l'avons précisé pour le logiciel entre 500Hz et 1000Hz.

### 2.1. Musées dont la courbe sonore est équilibrée :

La plupart de nos cas d'étude présentent des courbes dans ce genre, la courbe pour l'intervalle de la parole est considérée en équilibre, il y'a absence total de l'écho ou du son sourd, le spectre de la voix du guide est compris dans la zone optimal, proche des niveaux de parole recommandée.

Les musées qui présentent cette qualité sont :

**Tableau X. 07 : le récapitulatifs des musées dont la courbe de temps de réverbération est équilibrée.**

**Source : Auteur, 2018.**

Le musée Guggenheim Bilbao
Centre Gallego de Arte
Le Musée départemental de la préhistoire
Musée national de Tayac
Musée du quai de Branly
Le musée moderne d'art et d'architecture
Musée SAMMLUNG GOETZ Munich
Musée hydraulique
Musée de l'Archéologie maritime CARTAGENA
Musée d'ethnographie suisse
Musée Beyeler Riehen
KUNSTHAUS BREGENZ

Ara Pacis museum
KUNSTHAL ; Rotterdam
North Jutland Art Museum Alborg
Musée de l'Acropole Athènes

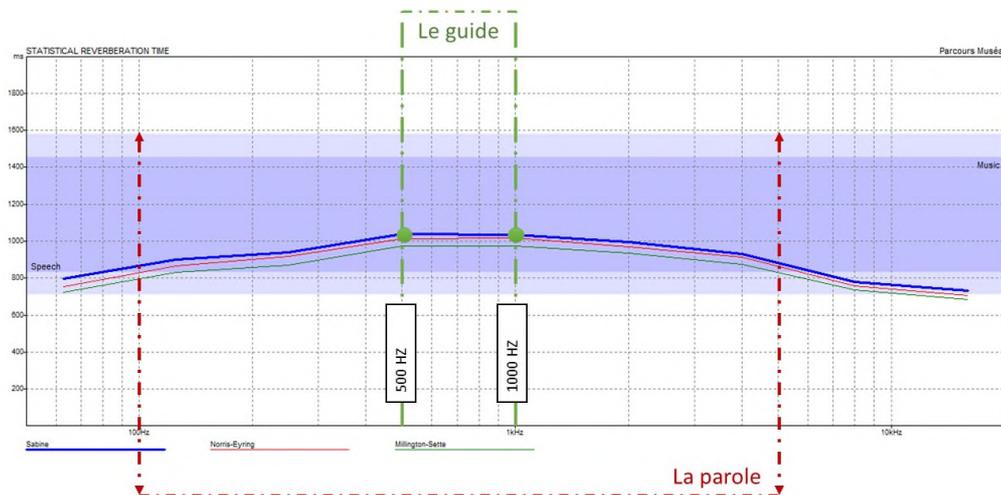


Figure X. 12 : Courbe de temps de la réverbération pour le musée moderne d’art et d’architecture  
 Source : auteur, 2018

Il existe aussi dans quelques cas, ou même avec une courbe équilibrée on peut avoir des zones de son sourd tel que le cas du musée de Guggenheim (Figure X.13,14), ou nous constatons les mêmes résultats que ceux du premier cas, sauf que pour le début de la courbe nous avons un risque de son sourd pour les voix comprises entre 100Hz et 175Hz. Ceci n’affecte en aucun cas le guide, mais pour les voix considérées très basses on risque de ne pas les entendre.

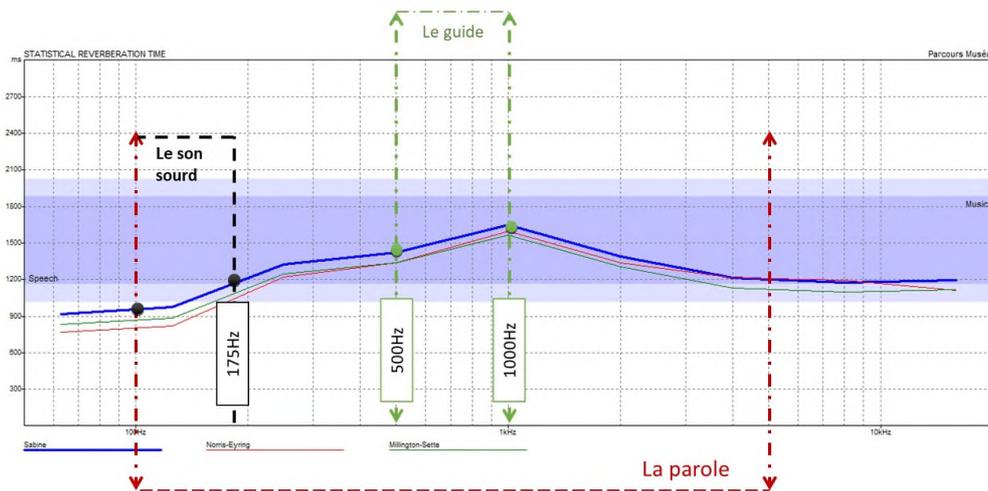


Figure X. 13 : Courbe de temps de la réverbération pour le musée Guggenheim Bilbao  
 Source : auteur, 2018

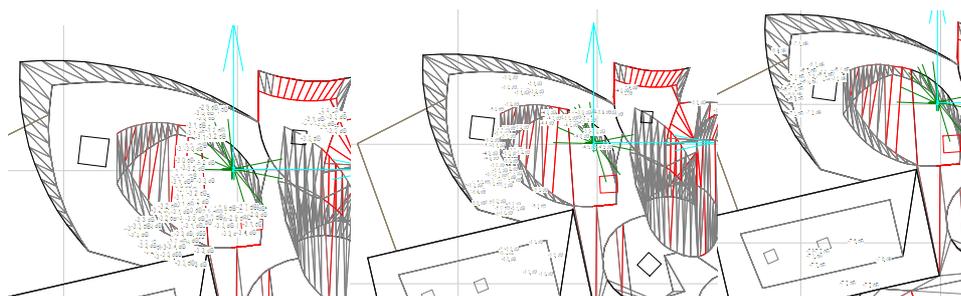


Figure X.14 : valeurs des réflexions pondérées d’une source sonore durant le temps  
Source : auteur, 2018

Un autre phénomène très fréquent pour les courbes équilibrées est l’existence de l’écho. Tel que le cas de la courbe du musée centre Gallego d’art (Figure X.15), nous constatons que la courbe sort de la zone de réverbération optimale de la fréquence de la parole 200Hz à la fréquence 660Hz, ce qui caractérise cette zone par l’existence de l’écho.

L’écho touche pour ce cas l’intervalle de la voix du guide de visite compris entre 500Hz et 660Hz, pour l’intervalle de fréquence entre 660Hz et 1000Hz la voix du guide est à la limite de la zone des voix très haute (Music), pour qu’il y’est une intelligibilité de la parole le musée doit subir des corrections acoustiques.

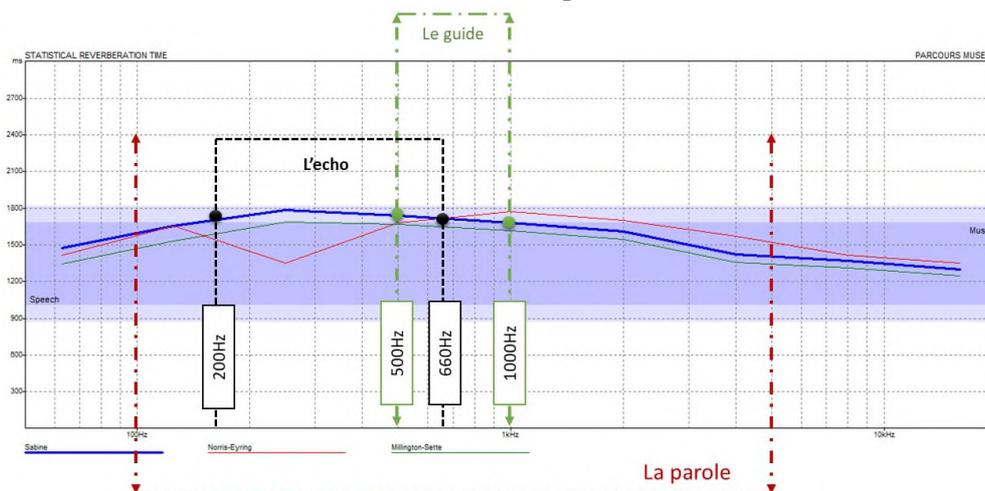


Figure X.15 : Courbe de temps de la réverbération pour le musée Graphe centre Gallego de Arte  
Source : auteur, 2018

L’écho peut donc être constaté dans une partie des fréquences, comme il peut caractériser toutes les fréquences comprises dans l’intervalle du guide. Ce cas avait été relevé au musée départemental de la préhistoire (Figure X.16) où la courbe de temps de réverbération est dans la zone des grandeurs maximale presque pour toutes les fréquences, et elle couvre toute la zone du guide de la visite nécessitant ainsi une intervention muséologique. Ceci est dû au volume de l’espace et aux matériaux choisis par les architectes.

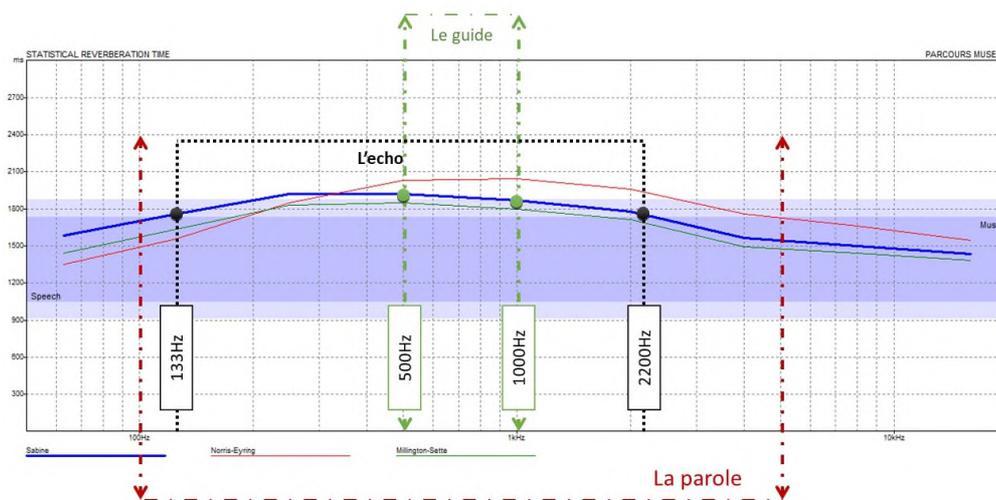


Figure X.16 : Courbe de temps de la réverbération pour le Musée départemental de la préhistoire  
 Source : auteur, 2018

2.1.1. Musées dont la courbe sonore est décroissante :

Pour le cas des courbes décroissante, il est à remarqué que plus la fréquence de la voix du guide varie, plus on aura une variation de la courbe, pour les fréquences basses, les valeurs de la réverbération sont grandes et l'inverse.

Ceci ne dérange en aucun cas le déroulement de la visite, à condition que la courbe ne touche pas la zone des limites du confort.

Les cas d'études dont la courbe à ces caractéristiques sont :

Tableau X. 08 : le récapitulatifs des musées dont la courbe de temps de réverbération est décroissante

Source : Auteur, 2018.

Le musée d'Hergé
Le musée de Jean Tingley
Le musée d'Alvdal
Le musée du quai de Branly Ricciotti
Musée des beaux-arts de Grenoble
Humbguer Bahnhof museum, fur Gegenwart
Vitra design museum
Musée juif de Berlin
Musée historique de Salzbourg
American air museum Duxford
Museum DE MAXXI
Bonnefanten museum, Maastricht

Pour les cas des courbes décroissante, nous avons constaté que tout comme pour le cas des courbes équilibrées, il n'existe pas une grande différence dans la qualité acoustique des espaces, nous citons à titre d'exemple du musée d'Hergé qui présenté malgré cette courbe une bonne qualité acoustique, pour l'intervalle de la voix du guide, il y'a une bonne

intelligibilité de la parole vue qu'elle se situe dans les limites optimales de la réverbération du côté de la voie humaine.

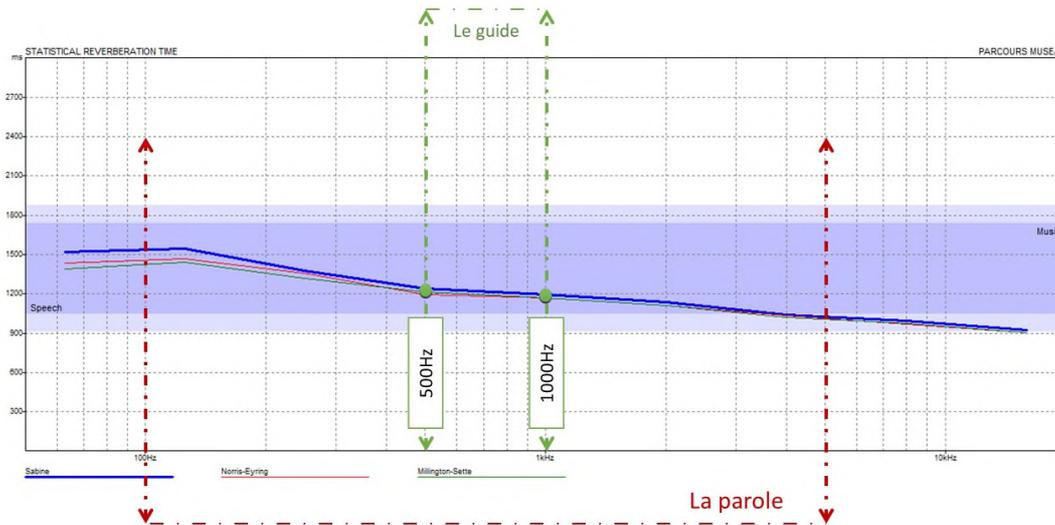


Figure X.17 : Courbe de temps de la réverbération pour le musée d’Hergé  
Source : auteur, 2018

Il existe aussi un deuxième cas de courbe décroissante, c’est la où la courbe descend sous la zone optimale de réverbération qu’il n’y’aura pas un phénomène de son sourd, ce phénomène caractérise le cas d’étude du Musée Jean Tinguely (Figure X.18). Dans l’intervalle des fréquences entre 3000Hz et 5000Hz. Il ne touche pas la zone du guide de visite qui restera dans la zone optimale.

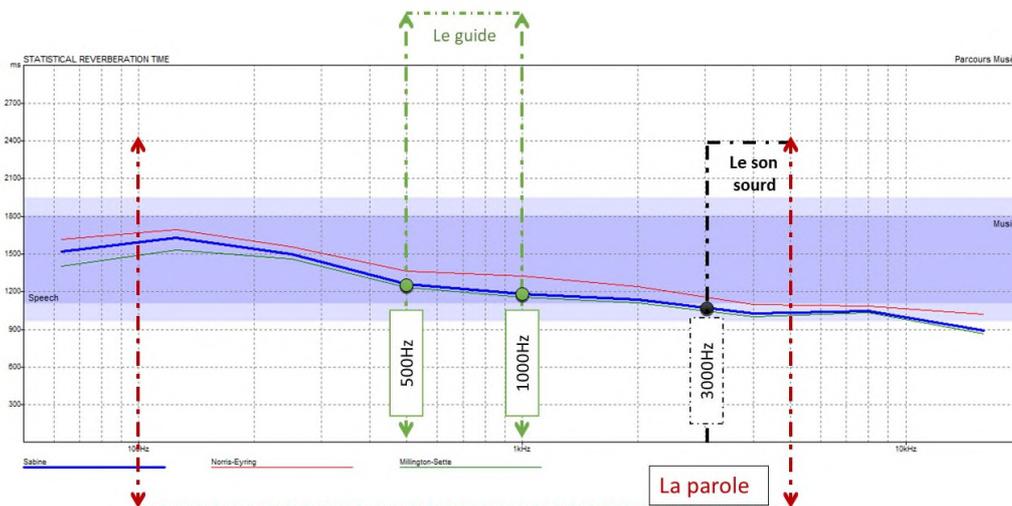


Figure X.18 : Courbe de temps de la réverbération pour le musée de Jean Tinguely  
Source : auteur, 2018

Avec cette zone de guide très proche à la zone du son sourd nous avons testé le retour des ondes acoustiques des réflecteurs dans l’espace pour une source représentant le guide, et nous avons remarqué que tous les retours sont de l’ordre de 19,2 db. Une valeur très basse du au caractéristiques acoustiques du musée (Figure X.19).

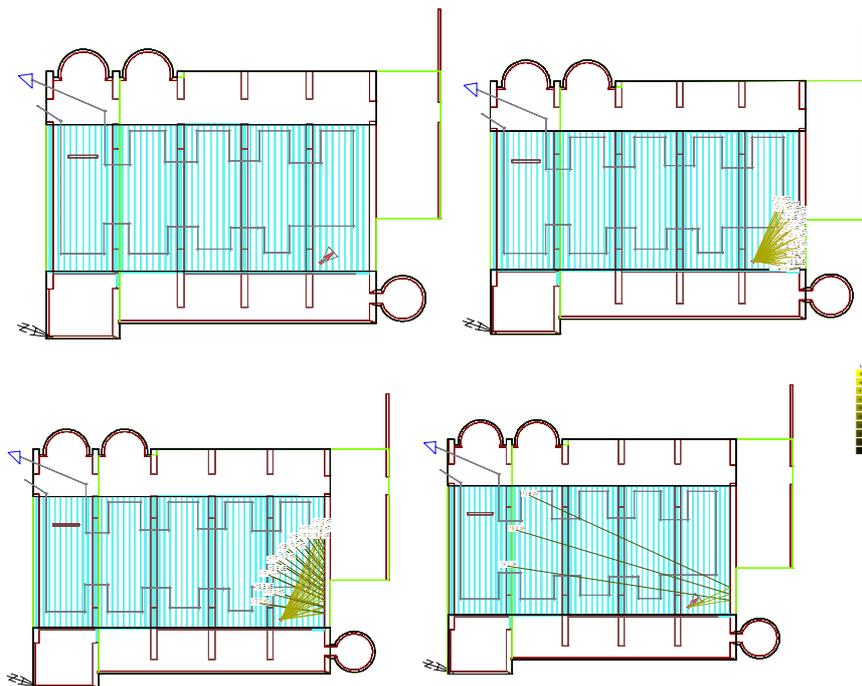


Figure X.19 : valeurs des réflexions pondérées d’une source sonore durant le temps  
 Source : auteur, 2018

Le troisième cas pour les courbes décroissantes est celui de l’exemple du Musée Alvdal en Norvège (Figure X.20), où la courbe touche la zone optimale dans son début par la zone de L’écho et ce pour les fréquences comprises entre 300Hz et 375Hz, ceci ne touche pas l’intervalle du guide, mais aura une influence sur le public, les voix comprises entre ces fréquences provoque de l’écho dans l’espace du parcours.

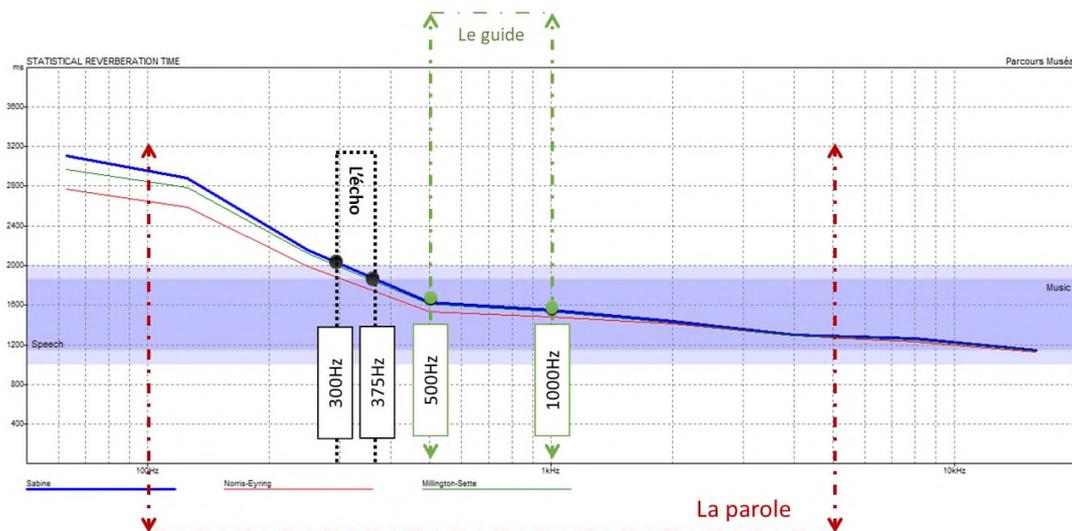


Figure X.20 : Courbe de temps de la réverbération pour le musée d’Alvdal  
 Source : auteur, 2018

Pour le cas du musée proposé au concours du Quai de Branly (Figure X.21), nous avons remarqué que la courbe décroissante traverse la zone optimale dans deux parties la première

comprise entre 300Hz et 360Hz caractérisé par l’existence de l’écho, et la seconde comprise entre 2600Hz et 3750Hz caractérisée par l’existence du son sourd. Ces deux limites n’influent pas sur la zone du guide qui restera intelligible, mais devrait être prise en considération pour les travaux de muséographies.

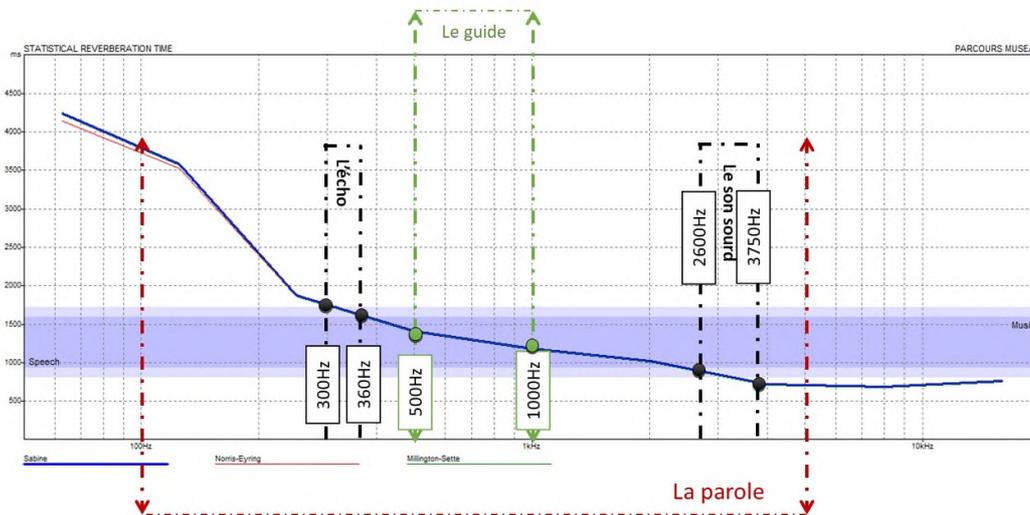


Figure X.21 : Courbe de temps de la réverbération pour le musée du quai de Branly Ricciotti  
Source : auteur, 2018

2.1.2. Les courbes sonores croissantes :

Nous avons recensé un seul cas d’étude qui est le Vitra Museum of design (Figure X.22), où la courbe est légèrement croissante, ce qu’on peut dire c’est que l’intervalle du spectre du guide de visite sera proche à la limite de la parole haute (Music), pour le début de la courbe entre la fréquence 175Hz et 200Hz nous constatons l’existence de phénomène du son sourd.

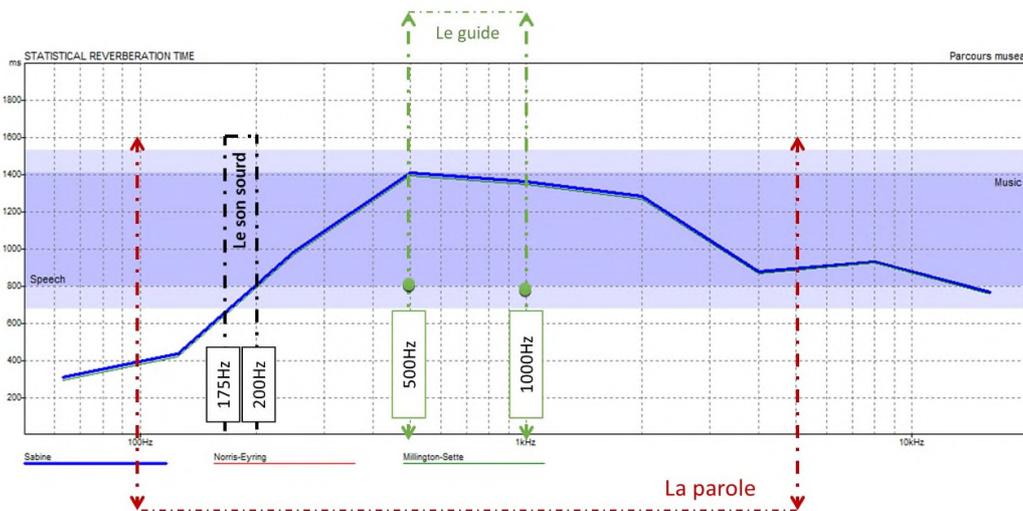


Figure X.22 : Courbe de temps de la réverbération pour le Vitra Museum of design  
Source : auteur, 2018

### 3. L'ambiance thermique :

Malgré l'importance de la lumière et du confort visuel, il existe aussi un autre type de confort qui peut influencer la réussite de l'exposition, c'est le confort thermique. Ce confort est lié à l'ambiance thermique souvent très influencée par les choix de l'architecte lors de la conception en ce qui concerne le choix des matériaux. Il est par ailleurs principalement lié aux conditions de températures, d'humidité et de vent auxquelles les usagers sont exposés, mais il concerne aussi les œuvres d'art et leurs vies, vu que dans le musée il faudra maintenir pour l'entretien des œuvres une température et une humidité relative et précise.

Il est très important de préciser que La performance thermique dira autant sur la performance énergétique. La performance énergétique d'un bâtiment représente le comportement thermique d'un bâtiment et sa capacité de préserver la même température idéale quel que soit la saison. En d'autre mot, le rapport entre ses apports solaires et les puissances de climatisation à installer en saison estivale, ses pertes de chaleurs et ses consommations de chauffage en saison hivernal. Généralement exprimée en kilowattheures d'énergie primaire consommés pour 1 m<sup>2</sup> et sur une année (KWh-ep/m<sup>2</sup>.an). (H.T ; Minassian, 2014)

Revenant au confort thermique, et commençant par les usagers, Le bien-être thermique de l'utilisateur dans un espace donné est calculer par l'annulation du rapport de l'énergie calorifique produite par son métabolisme et l'énergie dissipée dans l'environnement par les cinq modes d'échange, elle renvoie à une situation d'équilibre de bilan énergétique.

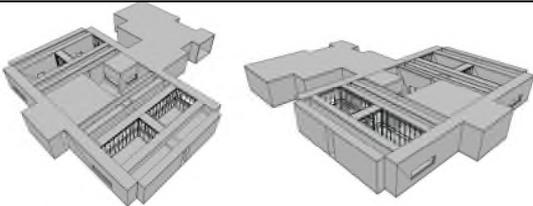
(M. Le Guay, 2009) Le confort thermique est lié à la performance énergétique, on cherche aujourd'hui à rendre la performance énergétique optimale, et c'est en améliorant le confort thermique que cela sera fait.

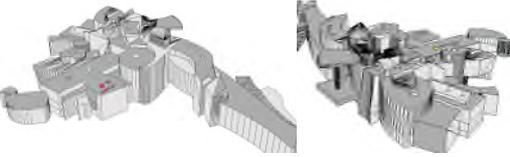
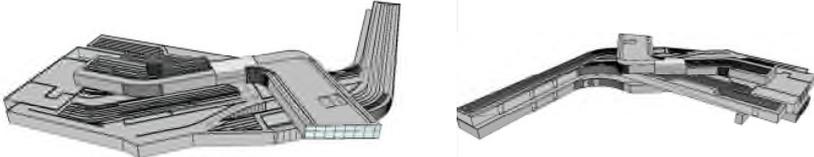
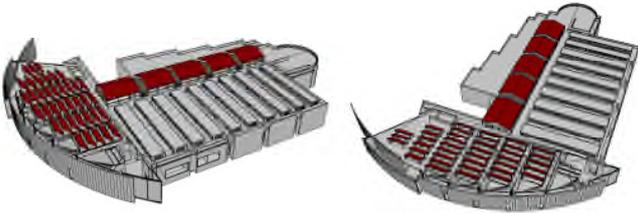
#### 3.1. Une première lecture en fonction des volumes :

Nous avons essayé dans un premier temps de calculer les différents coefficients liés à la thermique d'abord le coefficient de la forme Cf, ensuite le coefficient compact C, et enfin le coefficient de la surface de déperdition sur la surface habitable. Afin de pouvoir effectuer une première lecture, nous avons remarqué qu'il n'existe pas une correspondance entre les musées. Cependant par les coefficients de la forme on peut déjà classer nos musées en trois catégories formelles : i) musée de forme simple (Cf≈2) : Musée départemental préhistoire, le Centro Gallego de Arte Contemporaneo et le Beyeler Riehen... ii) Musées de forme simple modifiée à 50% (Cf ≈ 4 à 5) : le musée juif de Berlin, le musée Hergé et le musée de l'Acropole Athènes... Et enfin le musée à forme complexe (Cf: ≤6,3) : les musées Guggenheim Bilbao, DE MAXXI et....

Tableau X. 09 : quelques exemples de calcul des coefficients  
Source : Auteur, 2018.

Le musée	Surface	Volume	Cf	C compact V/S	C sp/sh
Musée départemental préhistoire (France)	2117,1*2+1274+(1158,3) =6666,5	13761,15	2,06	0,4844	3,148

<p>Roland Simounet Île-de-France paris 48°51'24"N 2°21'03"E 35m</p>					
<p>Musée Beyeler Riehen (Suisse) Renzo Piano Bale 47° 34' 01" nord, 7° 34' 59" est 254m</p>	8004+/- 9540,4	18409,2	<b>1,93</b>	<b>0,518</b>	<b>2,383</b>
<p>Centro Gallego de Arte contemporaneo (Espagne) Alvaro Siza Coruña 43.37°N 8.40°W 309M</p>	18161	37136	<b>2,0448</b>	<b>0,49</b>	<b>3,91</b>
<p>Musée de l'Acropole Athènes (Grèce) Bernard Tschumi 37°59'02.3"N 23°43'40.1"E 70M</p>	13577,6	69120	<b>4,84</b>	<b>0,206</b>	<b>2,355</b>
	5202	21924			
	18779,6	91044			
					
<p>Musée juif de Berlin (Allemagne) Daniel Libeskind 52°31'00"N 13°23'20"E 34m</p>	17958	79560	<b>4,430</b>	<b>0,225</b>	<b>1,805</b>
					
<p>Musée Hergé (Belgique) Portzamparc Christian 2006</p>	7878	35640	<b>4,520</b>	<b>0,221</b>	<b>1,287</b>
					
<p>Musée Guggenheim Bilbao</p>	14970,18	130351,7	<b>8,707</b>	<b>0,11</b>	<b>0,574</b>

<p><b>(Espagne)</b> Frank Gehry 43° 15' 25" nord, 2° 55' 24" ouest 19m</p>					
<p>Le musée d' Art moderne et d' Architecture Stockholm <b>(Suède)</b> Rafael Moneo 59°19'46"N 18°4'7"E</p>	13585.87	18096.82	<b>1,33</b>	<b>0,75</b>	<b>0,434</b>
<p>Museum DE MAXXI <b>(Italie)</b> Zaha Hadid Rome 41°54'N 12°30'E 21M</p>	17145,6	107427,2	<b>6,314</b>	<b>0,158</b>	<b>2,003</b>
	1230	8610			
	18375,6	116037,2			
					
<p>Le musée des beaux-arts de Grenoble <b>(France)</b> Olivier Félix-Faure, Antoine Félix-Faure et Philippe Macary 45° 11' 16" nord, 5° 43' 37" est 204 m</p>	15120	102222	<b>6,670</b>	<b>0.147</b>	<b>0,665</b>
					

Nous avons par la suite pris les températures moyenne radiante résultantes de chaque simulation et nous avons essayé de voir de combien cette température est respectée dans le résultat de la simulation et là aussi nous n'avons pas pu trouver de relation entre nos résultats.

**Tableau X. 10 : comparaison entre le confort annuel et la température moyenne radiante**  
Source : Auteur, 2018.

Le musée	La période	TMR recommandé	Pourcentage de la TMR en plan	Percentage and Hours of annual comfort
Musée départemental préhistoire <b>(France)</b>	winter	10°	40%	<b>44.8%</b> 2126 Hrs.
	mid-season	16°-18°	90%	

	summer	24°-26°	70%	
Musée Beyeler Riehen (Suisse)	winter	10°	20%	<b>33.4%</b> 2926 Hrs.
	mid-season	14°-16°	100%	
	summer	22°-24°	70%	
Centro Gallego de Arte contemporaneo (Espagne)	winter	10°-12°	30%	<b>51.2%</b> 4486 Hrs.
	mid-season	14°-16°	70%	
	summer	24°-26°	100%	
Musée de l'Acropole Athènes (Grèce)	winter	10°	90%	<b>47.6%</b> 2143 Hrs.
	mid-season	14°-16°	60%	
	summer	24°-26°	40%	
Musée juif de Berlin (Allemagne)	winter	10°-12°	70%	<b>46.4%</b> 1953 Hrs.
	mid-season	14°-16°	80%	
	summer	22°-24°	45%	
Musée Hergé (Belgique)	winter	10°	100%	<b>45.3%</b> 1816 Hrs.
	mid-season	14°-16°	70%	
	summer	22°-24°	40%	
Museum DE MAXXI (Italie)	winter	10°	60%	<b>40.6%</b> 3559 Hrs.
	mid-season	14°-16°	80%	
	summer	26°-28°	50%	
Guggenheim Museum Bilbao	winter	10°	60%	<b>48.8%</b> 2818 Hrs.
	mid-season	14°-16°	90%	
	summer	24°-26°	50%	
Grenoble Museum of Fine Arts	winter	10°-12°	30%	<b>44.6%</b> 1721 Hrs.
	mid-season	14°-16°	80%	
	summer	22°-24°	60%	

### 3.2. Une lecture en fonction des résultats du logiciel :

Afin d'analyser le confort thermique dans les musées en question, nous avons pris les résultats obtenus de la simulation par Ecotect v5, et nous avons pu grâce à ces résultats regrouper les musées en trois groupes qui sont les suivant :

#### 3.2.1. Les musées avec un niveau de confort inférieur à 50% :

Nous allons dans ce qui suit prendre deux musées, dans cette catégorie, celui de la valeur minimale, et celui de la valeur maximale.

Tableau X. 11 : le récapitulatifs des musées avec un niveau de confort inférieur à 50%.  
Source : Auteur, 2018.

Le musée	Pourcentage
Musée national de Tayac	20%
Aukrustsentret Alvdal	36,4%
Musée Beyeler Riehen	33,4%
American air museum Duxford	30%
Vitra design museum	38,4%
KUNSTHAL ; Rotterdam	40,4%

### 3.2.1.1. Pour le musée de Tayac :

#### 3.2.1.1.1. Le diagramme psychrométrique :

Nous remarquons d'après le diagramme (Figure X.23) que les températures moyennes maximales sont pour la plupart localisées en dehors de la zone de confort, les températures incluses dans la zone de confort sont celle du mois de mai à juin, la première quinzaine de juin, la dernière quinzaine d'août et la première de septembre.

L'effet de masse couvre la période de la deuxième quinzaine de septembre, la deuxième quinzaine de mai, et une partie du mois d'août et juillet.

Nous pouvons conclure que pour ce musée les périodes de confort touchent la saison estivale et une partie de ma mi saison, cependant toute la période allant du mois de novembre jusqu'à avril est caractérisée par un inconfort.

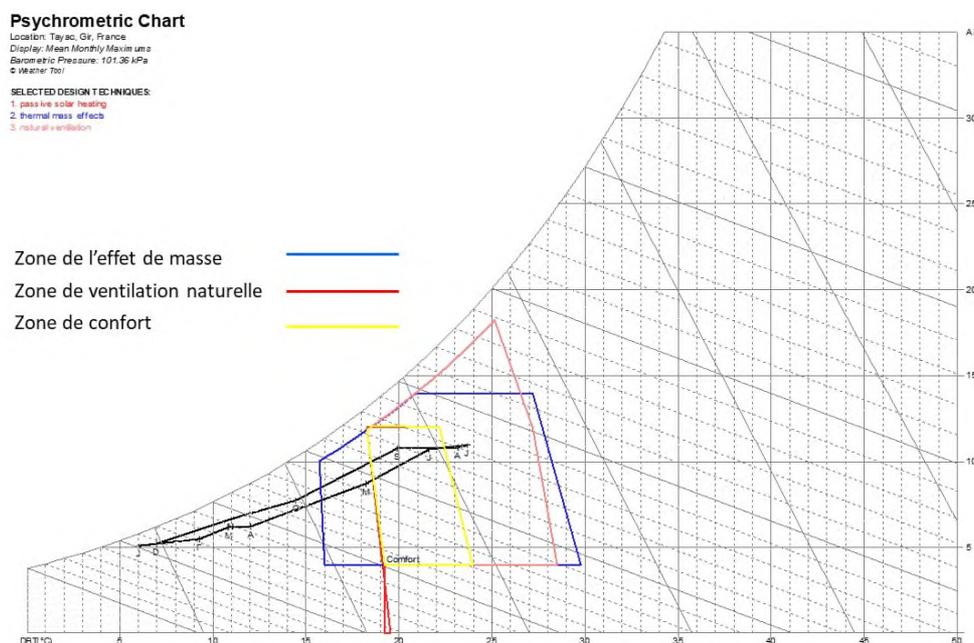
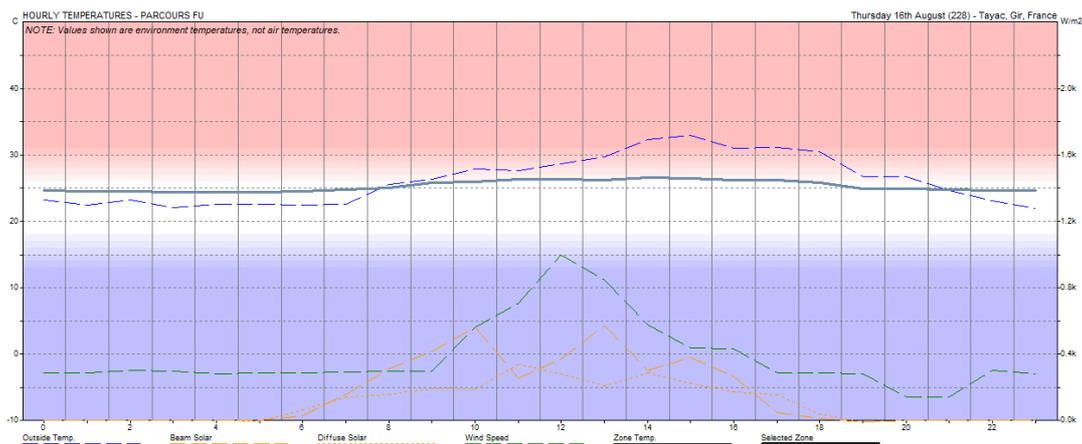


Figure X.23 : Le diagramme psychrométrique du musée de Tayac

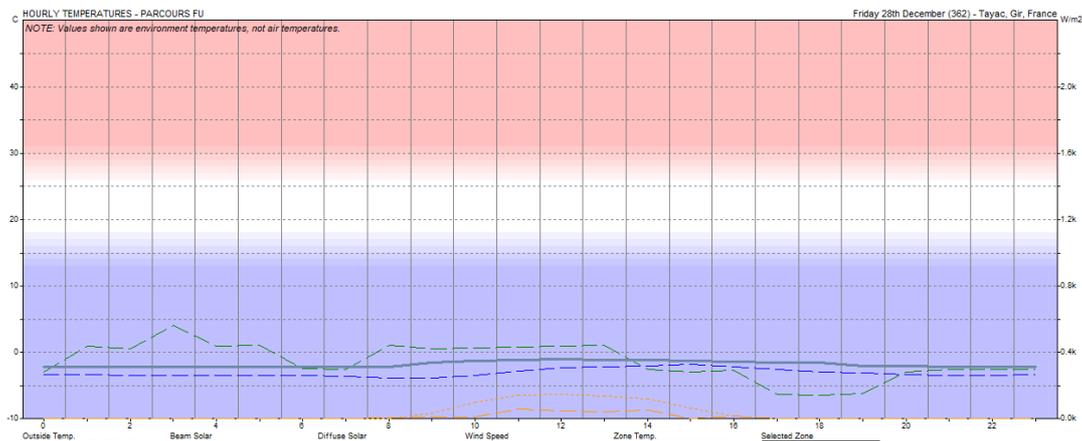
Source : auteur, 2018

Pour la courbe de distribution de la température du parcours muséal pour la journée la plus chaude de l'année (Figure X.24), nous avons constaté que pour l'intervalle des heures entre 21h00 et 7h45, les valeurs de la température intérieure ( $\approx 25^\circ$ ) sont supérieures aux valeurs de la température extérieure ( $\approx 22^\circ$ ). De 7h45 à 21h00 les températures extérieures (de  $26^\circ$  à  $33^\circ$ ) dépasseront les températures intérieures ( $\approx 26^\circ$ )



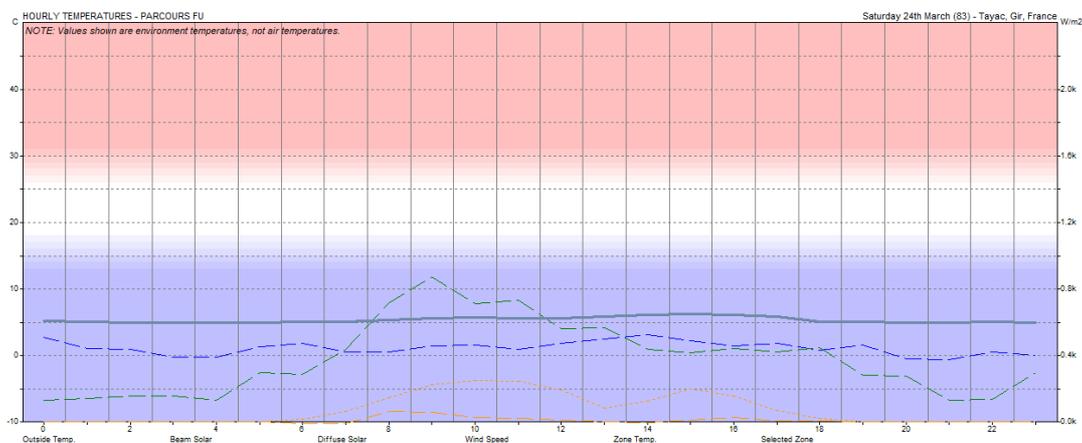
**Figure X.24 : la courbe de distribution de la température pour la journée la plus chaude**  
 Source : auteur, 2018

Pour la journée la plus froide de l'année (Figure X.25), les courbes de distribution de la température resteront stables, les températures à l'intérieur du parcours muséal ( $\approx -01^\circ$ ) sont supérieures aux températures extérieures ( $\approx -04^\circ$ ).



**Figure X.25 : la courbe de distribution de la température pour la journée la plus froide**  
 Source : auteur, 2018

Pour de la journée de solstice de printemps (automne aussi) (Figure X.26), les température à l'intérieur du parcours muséal ( $\approx 05^\circ$ ) sont supérieur aux températures extérieures ( $\approx 00^\circ$ ).



**Figure X.26 : la courbe de distribution de la température pour la journée la mi saison.**

Source : auteur, 2018

### 3.2.1.1.1. Pour le cas du musée de Kansthal Rotterdam :

Nous remarquons d'après le diagramme (Figure X.27) que les températures moyennes maximales sont pour la plupart localisées en dehors de la zone de confort, les températures incluses dans la zone de confort sont celle du mois de juin, juillet, août et la deuxième quinzaine du mois de mai, la dernière semaine d'octobre.

L'effet de masse couvre la période de la première semaine du mois de mai et la dernière du mois d'avril, la deuxième semaine du mois d'octobre

Nous pouvons conclure que pour ce musée les périodes de confort touchent la saison estivale et une partie de ma mi saison, cependant toute la période allant du mois d'octobre jusqu'à avril est caractérisée par un inconfort.

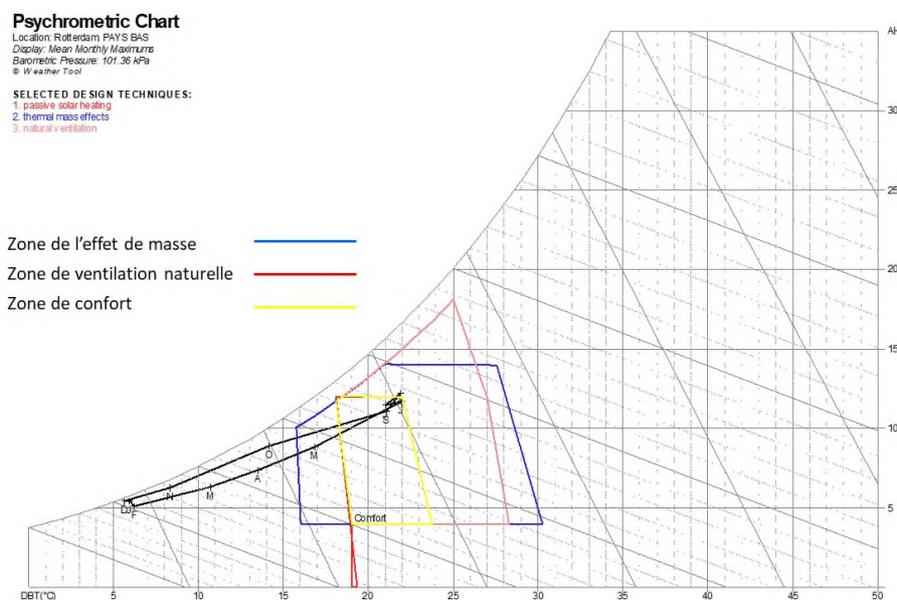


Figure X.27 : Le diagramme psychrométrique du musée de Tayac

Source : auteur, 2018

Pour la courbe de distribution de la température du parcours muséal dans la journée la plus chaude de l'année (Figure IX.28), nous avons constaté que pour l'intervalle des heures entre 20h00 et 8h00 La nuit, les valeurs de la température intérieure ( $\approx 16^\circ$ ) sont supérieures aux valeurs de la température extérieure ( $\approx 19^\circ$ ). De 8h00 à 20h00 durant la journée les températures extérieures (de  $21^\circ$  à  $31^\circ$ ) dépasseront les températures intérieures ( $\approx 21^\circ$ ).

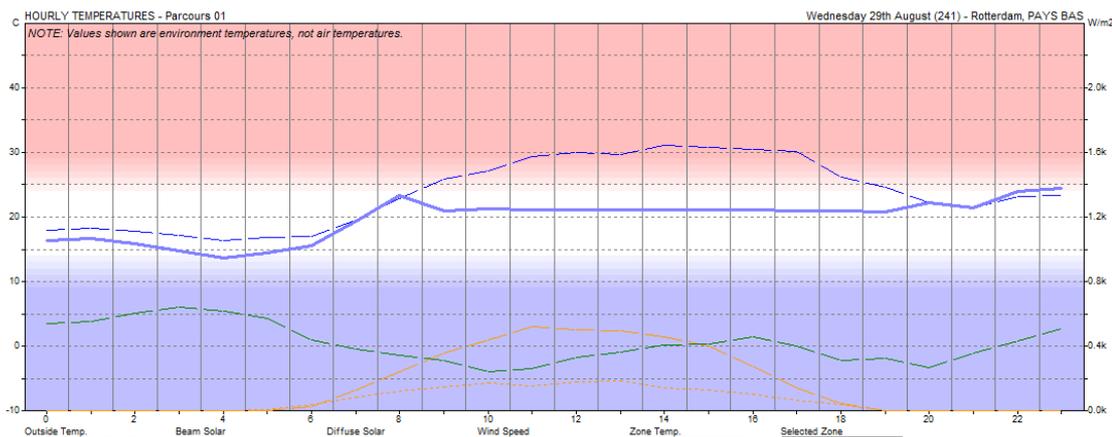


Figure X.28 : la courbe de distribution de la température pour la journée la plus chaude.  
 Source : auteur, 2018

Pour la journée la plus froide de l’année (Figure X.29), les courbes de distribution de la température resteront stables, les températures à l’intérieure du parcours muséal ( $\approx -01^\circ$ ) sont supérieures aux températures extérieures ( $\approx -06^\circ$ ).

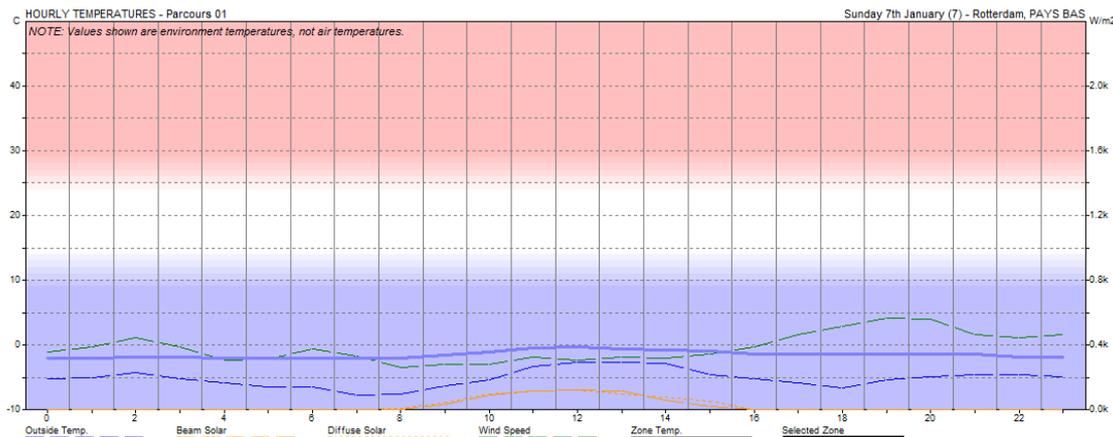


Figure X.29 : la courbe de distribution de la température pour la journée la plus froide.  
 Source : auteur, 2018

Pour de la journée de solctice de printemps (automne aussi) (Figure X.30), nous avons constaté que pour l’intervalle des heures entre 19h00 et 8h00 La nuit, les valeurs de la température intérieure ( $\approx 11,5^\circ$ ) sont supérieures aux valeurs de la température extérieur ( $\approx 10^\circ$ ). De 8h00 à 20h00 durant la journée les températures intérieurs (de  $11^\circ$  à  $24^\circ$ ) dépasseront les températures extérieures qui sont légèrement variable ( $\approx 15^\circ$ ).

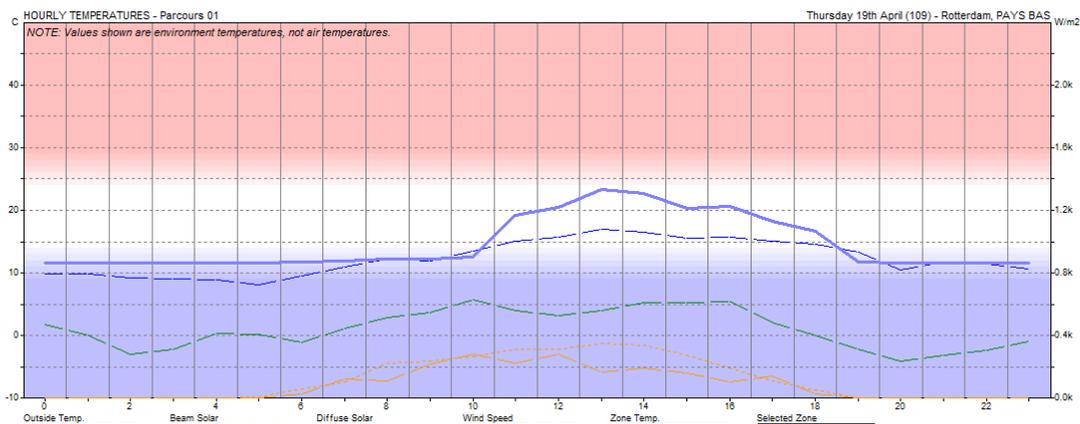


Figure X.30 : la courbe de distribution de la température pour la journée de la mi saison.  
 Source : auteur, 2018

**3.2.2. Les musées avec un niveau de confort aux alentours de 50% :**

Vu qu’ on est devant des cas similaire nous allons prendre un seul exemple :

Tableau X. 12 : le récapitulatifs des musées avec un niveau de confort égale à 50%.  
 Source : Auteur, 2018

Le musée	Pourcentage
Musée départemental préhistoire	44,8%
Concours Musée du quai de Branly	48,6%
Le musée d’ Art moderne et d’ Architecture Stockholm	44,6%
Musée gueigenheim bilbao	48,8%
Museum DE MAXXI	46,6%
Musée juif de Berlin	46,4%
North Jutland Art museum Alborg	43,5%
Le musée d’ Hergé	45,3%
Musée des beaux-arts de Grenoble	44,6%
Musée Jean Tinguely	48,2%

**3.2.2.1. Le musée Jean Tingley :**

Nous remarquons d’après le diagramme (Figure X.31) qu’il existe un équilibre dans la répartition des températures moyennes maximales, les températures incluses dans la zone de confort sont celle du mois de mai, et la première semaine de juin, la dernière quinzaine du mois d’ aout et la première du mois de septembre.

L’effet de masse couvre la période la deuxième quinzaine du mois d’ avril, des trois dernières semaines de juin, tout le mois de juillet, et la première quinzaine du mois d’ aout, et les trois premières semaines du mois d’ octobre.

Nous pouvons conclure que pour ce musée les périodes de confort touchent la période allant du 15 avril jusqu’au 21 Septembre, cependant toute la période restante est caractérisée par un inconfort.

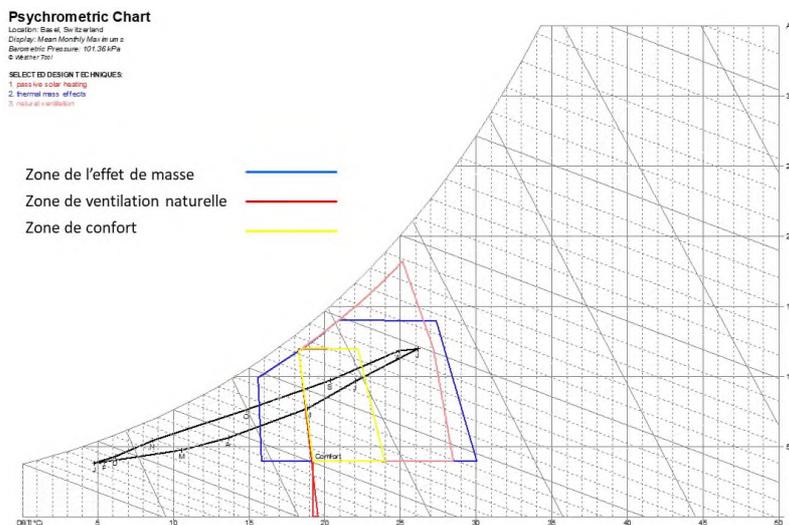


Figure X.31 : Le diagramme psychrométrique du musée de Jean Tingley  
Source : auteur, 2018

Pour la courbe de distribution de la température du parcours muséal dans la journée la plus chaude de l’année (Figure X.32), nous avons constaté que pour l’intervalle des heures entre 00h00 et 10h00 La nuit, les valeurs de la température intérieure ( $\approx 22^\circ$ ) sont supérieures aux valeurs de la température extérieur ( $\approx 20^\circ$ ). De 10h00 à 00h00 durant la journée les températures extérieures (de  $25^\circ$  à  $32^\circ$ ) dépasseront les températures intérieures ( $\approx 25^\circ$ ).

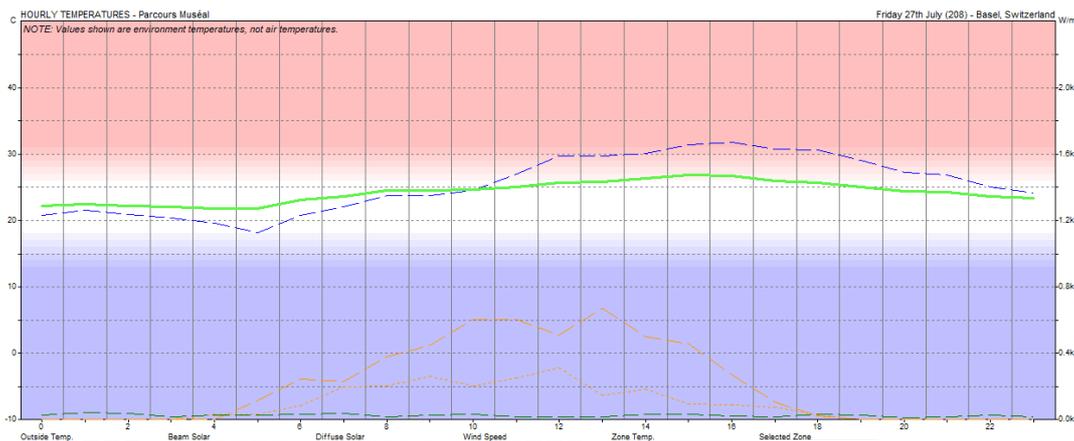


Figure X.32 : la courbe de distribution de la température pour la journée la plus chaude.  
Source : auteur, 2018

Pour la journée la plus froide de l’année (Figure X.33), nous avons constaté que pour l’intervalle des heures entre 13h00 et 19h00 La journée, les valeurs de la température intérieure ( $\approx -05^\circ$ ) sont inférieures aux valeurs de la température extérieur ( $\approx -04^\circ$ ). De 19h00 à

13h00 durant la nuit les températures extérieures ( $\approx -05^\circ$ ) dépasseront les températures intérieures ( $\approx -06^\circ$ ).

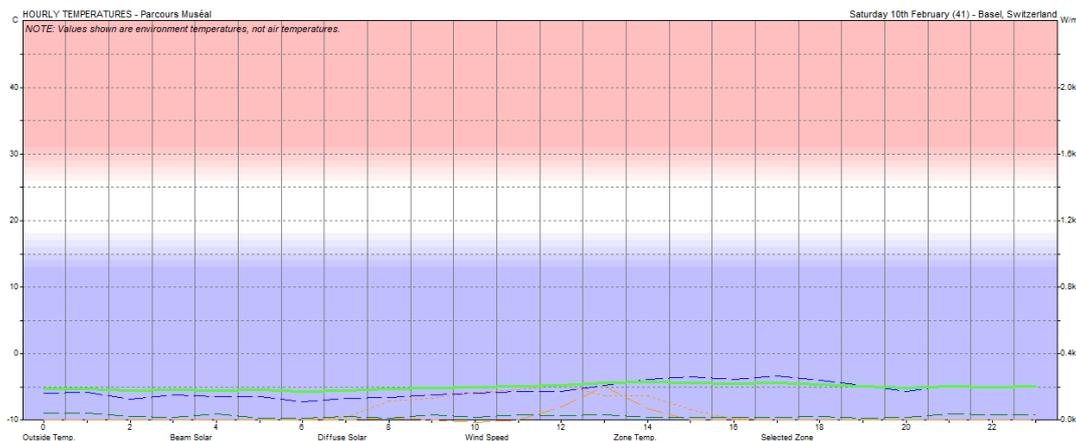


Figure X.33 : la courbe de distribution de la température pour la journée de la mi-saison.  
Source : auteur, 2018

Pour la journée du solstice du printemps (automne aussi) (Figure X.34), nous avons constaté que pour l'intervalle des heures entre 07h00 et 22h30 La journée, les valeurs de la température intérieure ( $\approx 11^\circ$ ) sont inférieures aux valeurs de la température extérieure ( $11^\circ$  et  $15^\circ$ ). De 22h30 à 07h00 durant la nuit les températures extérieures ( $\approx 07^\circ$ ) dépasseront les températures intérieures qui seront de l'ordre de ( $\approx 09^\circ$ ).

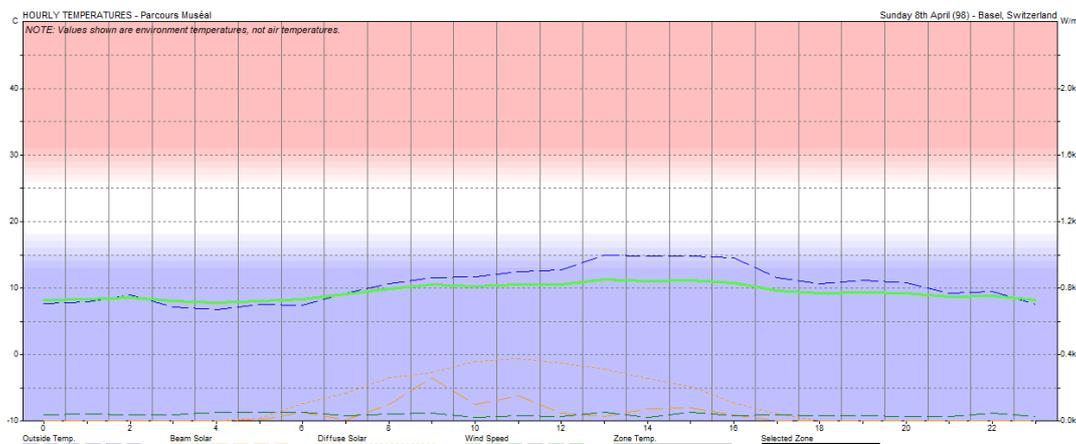


Figure X. 34 : la courbe de distribution de la température pour la journée de la mi saison.  
Source : auteur, 2018

### 3.2.3. Les musées avec un niveau de confort supérieur à 50% :

Nous allons développer dans ce qui suit un seul cas d'étude.

Tableau X. 13 : le récapitulatifs des musées avec un niveau de confort supérieur à 50%.

Source : Auteur, 2018

Le musée	Pourcentage
Musée de l'Acropole Athènes	54,1%

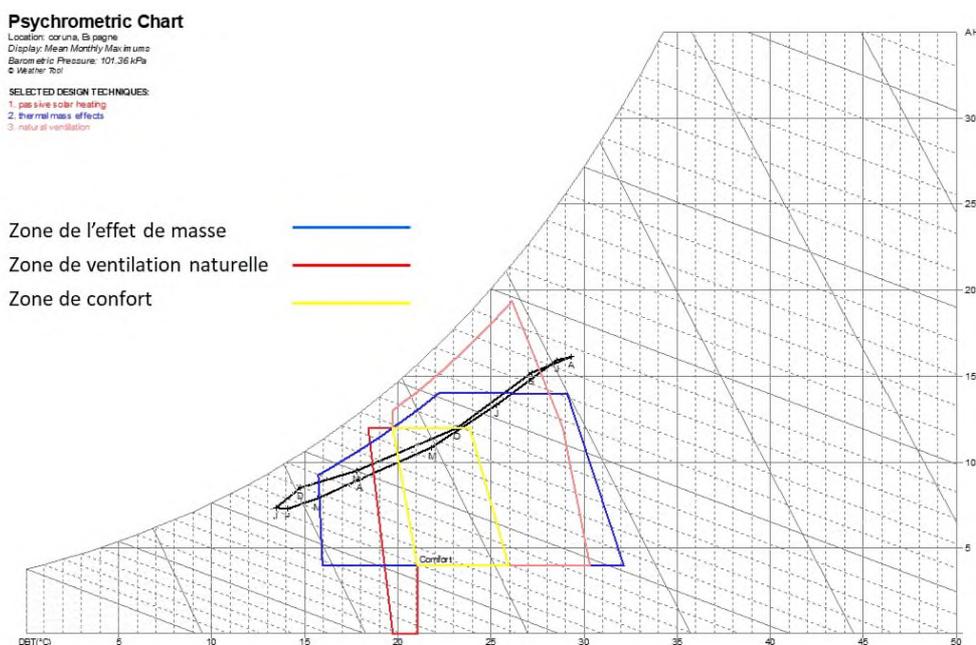
Musée du quai de Branly	63,1%
Centro Gallego de Arte contemporaneo	51,2%

**3.2.3.1. Le cas du musée Centre Gallego de arte contemporaneo Espagne :**

Nous remarquons d’après le diagramme (Figure X.35) que la répartition des températures moyennes maximales est la suivante, la deuxième quinzaine d’avril et la première quinzaine de mai, et la première quinzaine d’octobre

L’effet de masse couvre la période du 1er mars au 15 Avril, du 15 octobre au 15 novembre, du 15mai jusqu’au 15 juin, du 21 septembre jusqu’au premier octobre.

Nous pouvons conclure que pour ce musée les périodes de confort touchent la période allant du 01 Mars jusqu’au 15 Mai, et du 15 septembre jusqu’au 15 novembre, cependant toute la période restante est caractérisée par un inconfort.



**Figure X. 35 : Le diagramme psychrométrique du Centre Gallego de arte contemporaneo**  
 Source : auteur, 2018

Pour la courbe de distribution de la température du parcours muséal dans la journée la plus chaude de l’année (Figure X.36), nous avons constaté que pour l’intervalle des heures entre 14h00 et 18h00, les valeurs de la température intérieure ( $\approx 34^\circ$ ) sont inférieures aux valeurs de la température extérieure ( $\approx 36,5^\circ$ ). De 18h00 à 14h00 durant la journée les températures extérieures (de  $30^\circ$  à  $20^\circ$ ) seront au-dessous des températures intérieures ( $\approx 30^\circ$ ).

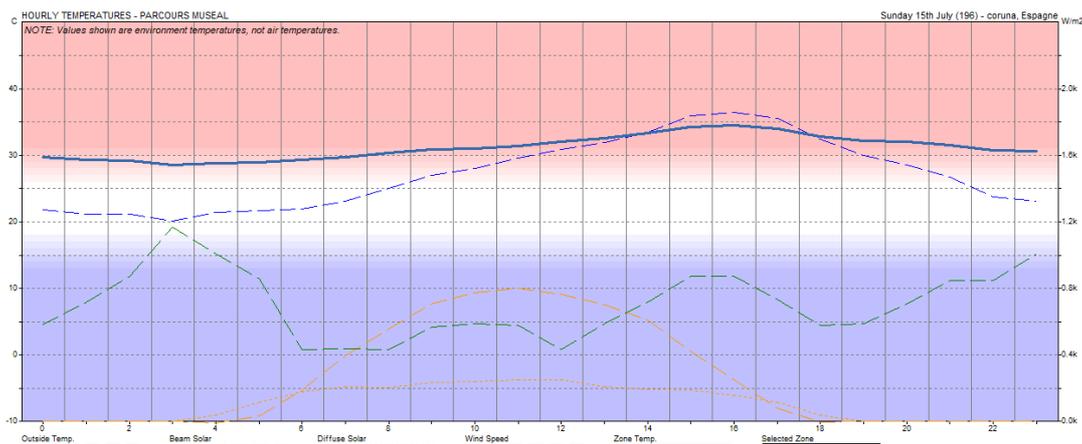


Figure X.36 : la courbe de distribution de la température pour la journée la plus chaude.  
Source : auteur, 2018

Pour la journée la plus froide de l'année (Figure X.37), nous avons constaté que pour l'intervalle des heures entre 13h00 et 00h00, les valeurs de la température intérieure ( $\approx 11^\circ$ ) sont très proches aux valeurs de la température extérieure ( $\approx 10^\circ$ ). De 00h00 à 13h00 les températures extérieures (de  $10^\circ$  à  $0^\circ$ ) seront au-dessous des températures intérieures ( $\approx 09^\circ$ ).

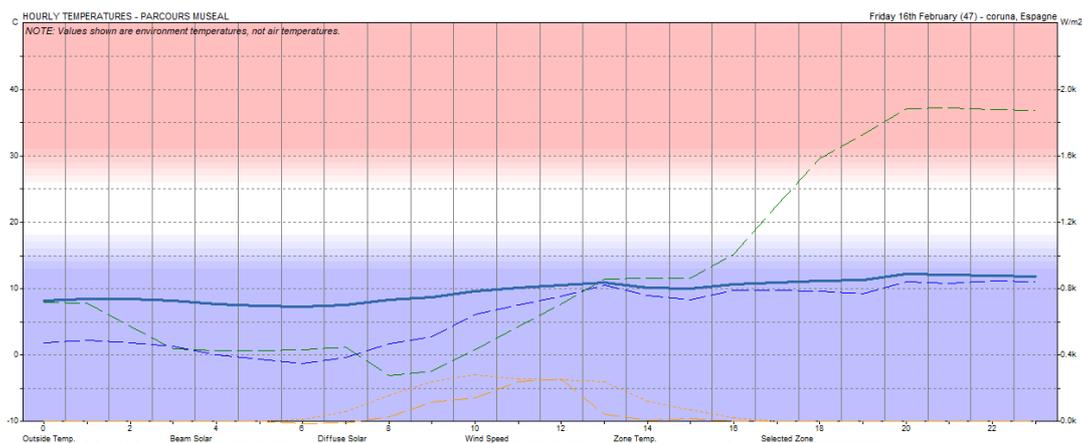


Figure X.37 : la courbe de distribution de la température pour la journée la plus froide  
Source : auteur, 2018

Pour la journée de solstice de printemps (d'automne aussi) (Figure X.38), les courbes de distribution de la température resteront stables, les températures à l'intérieure du parcours muséal ( $\approx 20^\circ$ ) sont supérieures aux températures extérieures ( $\approx 15^\circ$ ).

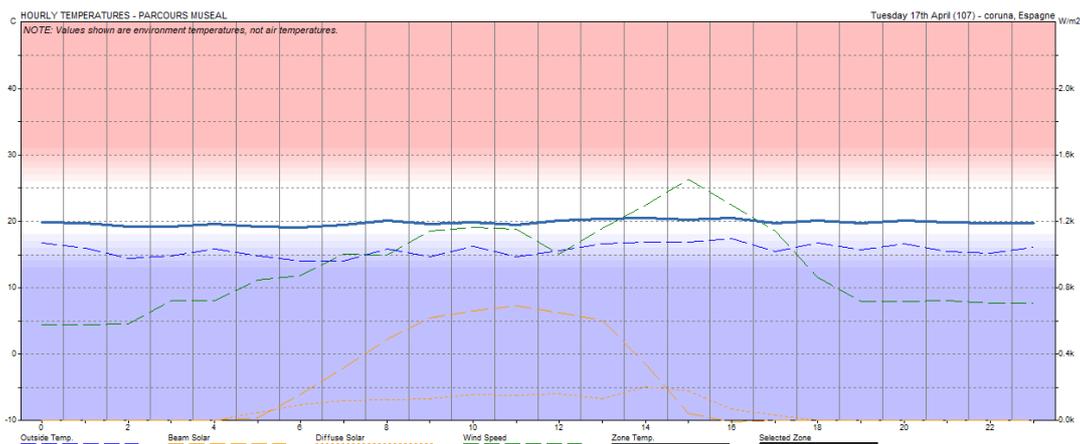


Figure X.38 : la courbe de distribution de la température pour la journée de la mi saison.  
Source : auteur, 2018

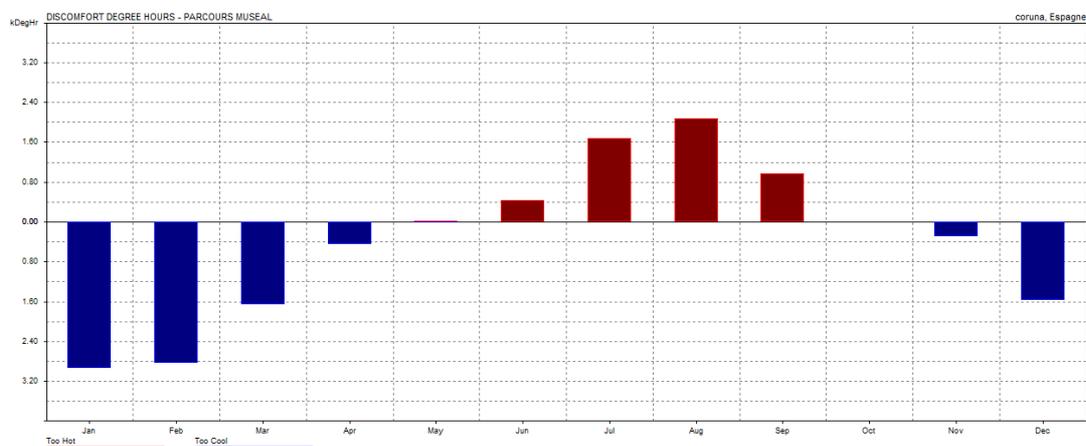


Figure X.39 : Graphe du degré en nombres d’heures pendant une année.  
Source : Auteur, 2018

**Synthèse :**

En comparant les résultats obtenus avec les normes du confort, qu’il soit lumineux sonore ou thermique, nous avons remarqué qu’il y’a des musées ou les normes conventionnelles sont respectées, d’autres qui sont dans la moyenne et d’autres considérés comme étant complètement inconfortables.

Dans les conditions réelles, ce qui nous semble inconfortable du point de vue quantitatif, pourrait être recherché par l’architecte lors de la conception pour des raison qui lui sont propres, autrement dit l’architecte parfois dans son intention conceptuelle a tendance à créer une ou des ambiances particulières, qui ne correspondent pas aux normes, mais qui laissent chez le visiteur un impact profond.

Pour le cas de l’ambiance lumineuse, nous citerons l’exemple du musée Juif de Berlin, le musée semble sombre, et les baies sous formes de plait dans la paroi créent parfois des zones de contraste très apparent, les avis des usagers collectés sur le site du musée vont tous vers une appréciation totale de cette ambiance.

Pour l'ambiance thermique dans le musée de Bilbao, notre recherche a révélé que les conditions sont plus ou moins aux normes, ce qui n'est pas partagé par les visiteurs de ce musée, dont les avis dévoilent plutôt une ambiance thermique inconfortable notamment en saison hivernale.

Nous nous sommes rendu compte lors de cette investigation que, les simulations relatives à la quantification des ambiances dans les musées, ne vont pas de paire forcément avec les avis des usagers, c'est dire que la quantification ne pourrait être représentative et significative qu'à travers une analyse in situ prenant l'avis de l'utilisateur en plus des simulations conventionnelles.

**Conclusion :**

Nous avons proposé le long de ce chapitre une étude complémentaire aux aspects ambiantaux. Cette étude a été consacrée au volet quantitatif de l'ambiance lumineuse, sonore et de l'ambiance thermique.

Sachant que le volet quantitatif influe sur la qualité de la topologie lumineuse, nous avons donc jugé nécessaire de mener une étude quantitative de l'éclairage selon les normes conventionnelles. Ce qui nous a permis de répertorier trois catégories de musées contenus dans notre corpus d'étude que nous avons classées en fonction de la quantité de la lumière dans laquelle ils baignent, une catégorie supérieure aux normes, la deuxième respecte relativement les normes requis, et la dernière s'est avérée en dessous des normes.

S'agissant de l'ambiance sonore, nous avons pu faire ressortir trois catégories de musées en fonction du rapport entre la nature des courbes et le temps de réverbération résultant.

Quant à l'analyse quantitative du volet thermique, après une étude menée sur les coefficients liés à la thermique, elle a révélé qu'il n'y avait pas de relation entre les résultats obtenus. Nous avons pris alors les courbes du niveau de confort pour constater l'existence de trois typologies de musées au confort thermique varié, supérieur à 50%, inférieur, et égale approximativement à 50%.

Cependant, il est à mentionner que Cette étude nous a permis de comprendre le degré d'intervention des muséographes, qui sont interpellés à intervenir à chaque fois qu'une déficience en termes de confort se fait sentir.



CHAPITRE 11

**VERS UNE CARTOGRAPHIE  
SEQUENTIELLE, AMBIANTALE,  
MUSEALE.**



**Introduction :**

Les discontinuités ou les transformations continues en matière d'ambiance existent belle et bien dans l'espace muséal, les séquences qu'elles soient lumineuses sonores ou thermiques dans le même parcours muséal peuvent avoir des relations entre elles.

Nous allons dans ce qui suit essayer de résumer l'ensemble des résultats obtenus en les expliquant par la géométrie différentielle, que nous avons déjà expliqué dans le chapitre 02, nous allons prendre les solutions proposées aux problématiques topologiques de l'espace par les notions de la carte et de l'atlas, afin de les vérifier et d'essayer par la suite de trouver des correspondances entre les différentes variétés topologiques, l'objectif est de parvenir à vérifier l'existence de relations entre les différentes ambiances dans le musée.

**1. La topologie lumineuse :**

En fonction de ce que nous avons vu comme définitions dans le deuxième chapitre, nous allons effectuer une superposition sur le cas des ambiances en considérant chaque critère d'analyse comme une sous variété de la géométrie différentielle, les définitions seront représentées comme suit :

**1.1. La carte locale de la topologie lumineuse :****1.1.1. L'origine dans la géométrie différentielle :**

Donc pour chaque **séquence (x)** de  $\mathcal{V}$  (variétés *lumière*), le couple  $(V_x, h_x)$  où  $h_x$  désigne l'homéomorphisme (*la discontinuité des propriétés*) associant au voisinage  $V_x$  (ouvert : sous variété infini) de séquence (x), dit *domaine de la carte*, l'ouvert  $U_x$  (*espace de la topologie lumineuse*) de  $\mathbf{R}^n$  de notre définition.

La **séquence (x)** aura selon notre analyse deux espace de variété,  $V_1$  et  $V_2$ , ou  $V_1$  correspond aux propriétés de la baie soit comme sous variété (la taille, la position, la forme, ...) et le  $V_2$  deuxième aux propriétés de la conformation soit la sous variété (parois, texture, couleurs, ...).

Pour chaque **séquence lumineuse (x)** de  $\mathcal{V}$  (*lumière*) :  $(V_1, h_x)$  et  $(V_2, h_x)$  ou le  $h_x$  désigne les discontinuités des variétés choisies au voisinage de chaque **séquence (x)** ou une **variation** des propriétés de **la baie**  $V_1$  et des discontinuités des composantes de **la conformation architecturale**  $V_2$ , contribue à la naissance d'un domaine de **la carte**,  $U_x$  *espace des topologies lumineuse* de  $\mathbf{R}^n$  de notre définition.

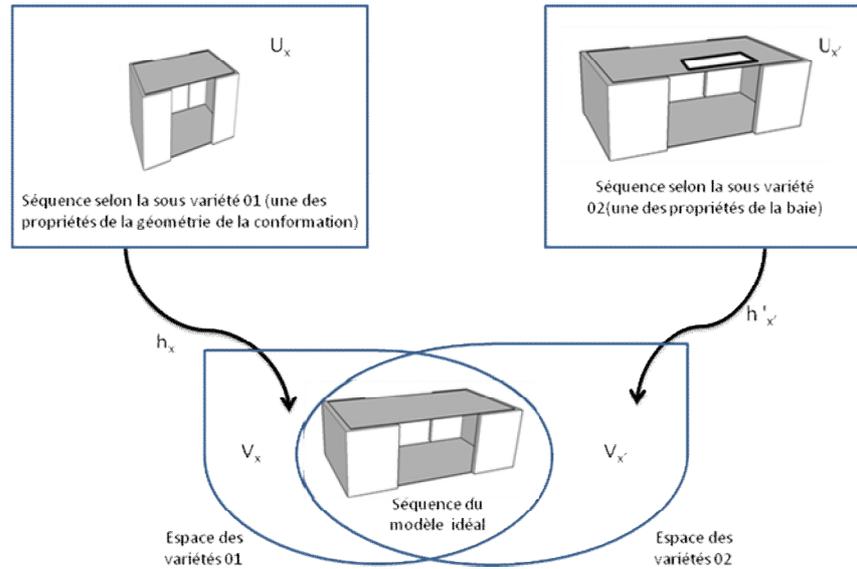


Figure XI.01 : Présentation d’une carte locale de la topologie lumineuse  
Source : auteur, 2018

1.1.2. La variété dominante (la baie) :

1.1.2.1. Les cartes aux variétés singulières :

Dans l’espace de la vérité (baie) nous avons constaté des cartes de discontinuité variée propre à quelques paramètres qui sont :

Tableau XI. 01 : Le récapitulatifs des discontinuités lumineuses  
Source : Auteur, 2018.

Topologie lumineuse	Majeure		Moyenne		Mineure	
	La discontinuité d’orientation	85%	de la position de la baie	40%	la forme de la baie	20%
	la discontinuité du type d’éclairage	80%	La discontinuité de la proportion de la baie par rapport au mur ou au plafond	43%	l’inclinaison de la paroi	17%
	la taille de la baie	63%				

1.1.2.2. Les atlas aux variétés combinées de la topologie lumineuse :

Un atlas (topologique) sur X est simplement une famille de cartes locales dont les ouverts recouvrent X. Pour toutes cartes (U<sub>1</sub>, φ<sub>1</sub>) et (U<sub>2</sub>, φ<sub>2</sub>) de l’atlas, l’application dite de changement de cartes.

$$\varphi_2 \circ \varphi_1^{-1} : \varphi_1(U_1 \cap U_2) \rightarrow \varphi_2(U_1 \cap U_2)$$

Est alors un **homéomorphisme**.

Pour qu’un atlas définisse sur X une structure de variété différentielle, on demande de plus que ses cartes soient compatibles, c’est-à-dire que tous ses changements de cartes soient des **difféomorphismes**.

Il existe de multiples **variantes de cette notion de compatibilité**, selon la rigidité du type de structure considéré (variété de classe C<sup>k</sup>, variété lisse, etc.).

Pour le cas de l’ambiance lumineuse et en cherchant les relations entre les différentes discontinuités nous avons obtenu trois catégories de famille de correspondances qui peuvent constituer des atlas :

- Discontinuités position /taille /orientation de la baie
- Discontinuités du type d’éclairage /taille. De la baie
- Discontinuités orientation /taille /complément de vitrage de la baie

**2. La topologie sonore :**

**2.1. La carte locale de la topologie sonore :**

Donc pour chaque **séquence (x)** de  $\mathcal{V}$  (variétés *sonore*), le couple  $(V_x, h_x)$  où  $h_x$  désigne l’homéomorphisme (*la discontinuité des propriétés*) associant au voisinage  $V_x$  (ouvert : sous variété infini) de séquence (x), dit *domaine* de la **carte**, l’ouvert  $U_x$  (*espace de la topologie sonore*) de  $\mathbf{R}^n$  de notre définition.

La **séquence (x)** aura selon notre analyse trois espace de variété,  $V_1$  et  $v_2$  et  $v_3$ , ou  $V_1$  correspond aux propriétés de la source sonore soit comme sous variétés (l’orientation, la direction) et le  $V_2$  deuxième aux propriétés du son et de l’onde sonore (la diffusion, l’écho,) la troisième  $V_3$  correspond aux propriétés de la conformation soit la sous variété (géométrie, matériaux...).

Pour chaque **séquence sonore (x)** de  $\mathcal{V}$  (*son*) :  $(V_1, h_x)$  et  $(V_2, h_x)$  et  $(V_3, h_x)$  ou le  $h_x$  désigne les discontinuités des variétés choisies au voisinage de chaque **séquence (x)**, ou une **discontinuité** des propriétés de la **source sonore**  $V_1$  et de des discontinuité des propriétés du son et de l’onde sonore  $V_2$  , et une discontinuité des composantes de la **conformation architecturale**  $V_3$  , contribuent à la naissance d’un domaine de la **carte**,  $U_x$  *espace des topologies sonores* de  $\mathbf{R}^n$  de notre définition.

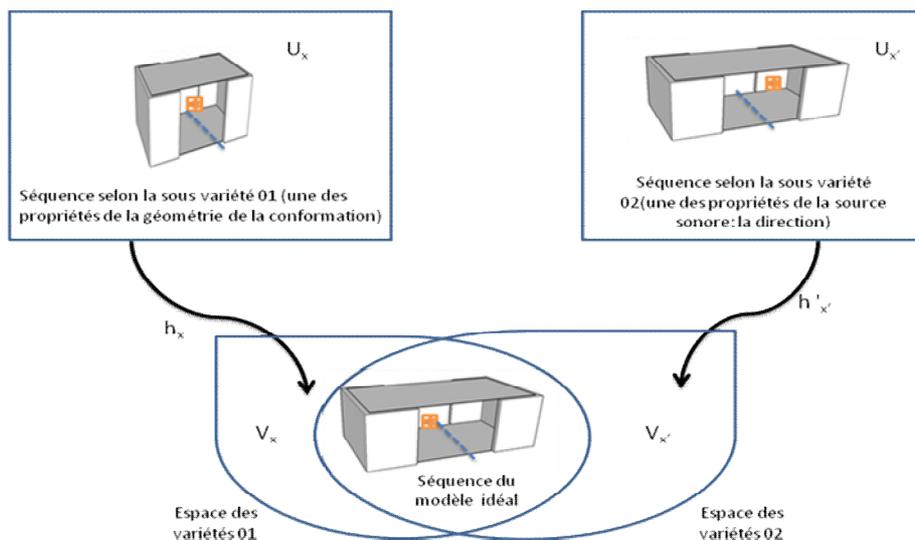


Figure XI.02 : Présentation d’une carte locale de la topologie sonore  
Source : auteur, 2018

**2.1.2. La variété dominante (le son et les caractéristiques de l’onde sonore) :**

**2.1.2.1. Les cartes aux variétés sonores singulières :**

Dans l’espace de la vérité (baie) nous avons constaté des cartes de discontinuité variée propre à quelques paramètres qui sont (Tableau XI. 02) :

**Tableau XI. 02 : Le récapitulatifs des discontinuités sonores**

Source : Auteur, 2018.

Topologie sonore	Majeurs		Moyennes		Faible	
Discontinuités d’Orientation	43%	Discontinuité de Réfraction	43%	Discontinuité de la Diffraction	13%	
Discontinuité de Direction	73%	Discontinuité du Son direct	53%	Discontinuité de la Transmission parasite	27%	
Discontinuité de Réverbération	77%	Discontinuité de la Frontière sonore	43%	Discontinuité de l’Echo	20%	
Discontinuité du Son utile	57%			Discontinuité du Son masqué	30%	
				Discontinuité de la Géométrie	20%	

**2.1.2.1. Les atlas aux variétés sonores combinées :**

Nous avons obtenu cinq grandes familles de catégorie qui peuvent d’après la relation entre les différentes variétés constituées des atlas, et qui sont :

- Discontinuités Direction/Orientation
- Discontinuités Frontière sonore/Son direct/Son utile, Son masqué /Echo
- Discontinuités Réfraction /diffraction/transmission parasite
- Discontinuités du type d’éclairage /taille. De la baie
- Discontinuités orientation /taille /complément de vitrage de la baie

**3.La topologie thermique :**

**3.1. La carte locale de la topologie thermique :**

Donc pour chaque séquence (x) de  $\mathcal{V}$  (variétés *thermique*), le couple (V<sub>x</sub>, h<sub>x</sub>) où h<sub>x</sub> désigne l’homéomorphisme (*la discontinuité des propriétés*) associant au voisinage V<sub>x</sub> (ouvert : sous variété infini) de séquence (x), dit *domaine* de la **carte**, l’ouvert U<sub>x</sub> (*espace de la topologie thermique*) de  $\mathbf{R}^n$  de notre définition.

La **séquence** (x) aura selon notre analyse trois espace de variété, V<sub>1</sub> et V<sub>2</sub>, ou V<sub>1</sub> correspond aux propriétés liées à la température soit comme sous variétés (les écarts hivernaux, estivaux ou de la mi-saison) et le V<sub>2</sub> deuxième aux propriétés de la conformation architecturale (morphologie, orientation...).

Pour chaque **séquence thermique** (x) de  $\mathcal{V}$  (*température*) : (V<sub>1</sub>, h<sub>x</sub>) et (V<sub>2</sub>, h<sub>x</sub>) et (V<sub>3</sub>, h<sub>x</sub>) ou le h<sub>x</sub> désigne les discontinuités des variétés choisies au voisinage de chaque **séquence** (x) ou une **discontinuité** des propriétés de la **température** V<sub>1</sub>et de des discontinuités des propriétés du son et de la conformation V<sub>2</sub>, contribuent à la naissance d’un domaine de la **carte**, U<sub>x</sub> *espace des topologies thermique* de  $\mathbf{R}^n$  de notre définition.

Figure XI.03 : Présentation d'une carte locale de la topologie thermique  
Source : auteur, 2018

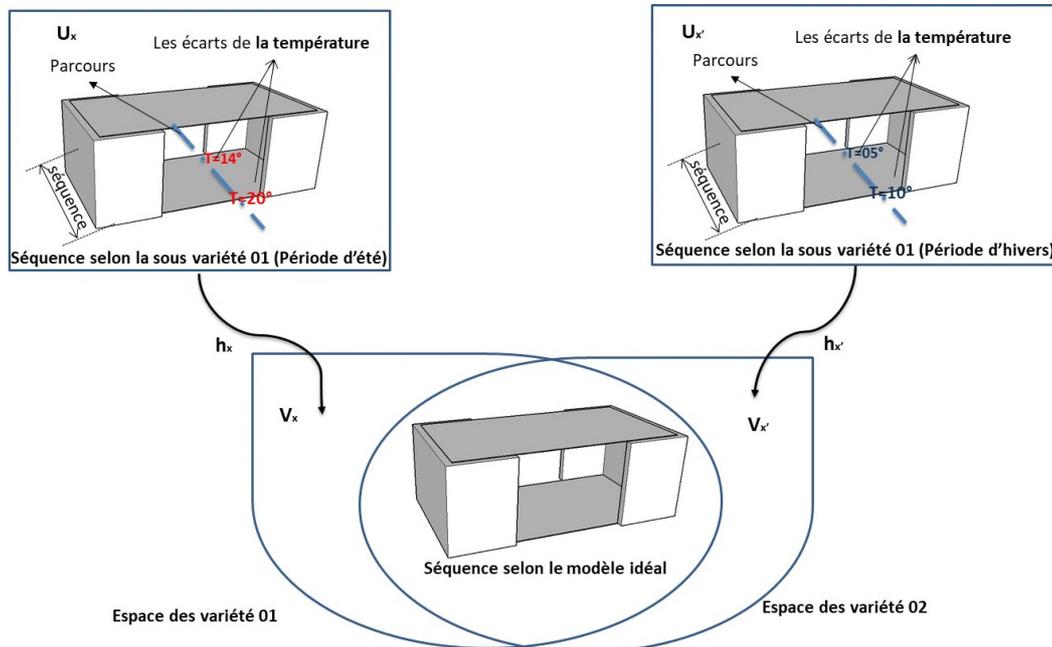


Figure XI.03 : Présentation d'une carte locale de la topologie thermique  
Source : auteur, 2018

3.1.1. Les cartes aux variétés thermiques singulières :

Dans le tableau XI. 03 nous allons présenter les résultats des discontinuités thermiques dans le parcours muséal, de point de vue mathématique chaque typologie de discontinuité présente une carte de variété thermique singulière, par exemple pour la saison hivernale, nous avons trois variétés : les écarts matinaux, les écarts de l'après-midi, et ceux de midi, pour la carte singulière de midi, les discontinuités existent à 50% dans tout le corpus d'étude.

Tableau XI. 03 : Le récapitulatifs des discontinuités thermiques  
Source : Auteur, 2018.

<b>La saison hivernale</b>	Les discontinuités thermiques H.M	47%	<b>50%</b>
	Les discontinuités thermiques H.MI	50%	
	Les discontinuités thermiques H.AM	50%	
<b>La mi-saison (Printemps)</b>	Les discontinuités thermiques MI.S.M	73%	<b>75,66%</b>
	Les discontinuités thermiques MI.S.MI	77%	
	Les discontinuités thermiques MI.S.AM	77%	
<b>La mi-saison (Automne)</b>	Les discontinuités thermiques MI.S.M	73%	<b>75,66%</b>
	Les discontinuités thermiques MI.S.MI	77%	
	Les discontinuités thermiques MI.S.AM	77%	
<b>La saison estivale</b>	Les discontinuités thermiques E.M	80%	<b>80%</b>
	Les discontinuités thermiques E.MI	80%	
	Les discontinuités thermiques E.AM	80%	

### 1.1.2.1. Les atlas aux variétés thermiques combinées :

Les correspondances entre les différentes variétés de l'espace topologique révèlent l'existence de deux typologies d'atlas qui sont :

- H. M/H.MI/H.AM/MI.S.M
- MI.S.MI/MI.S.AM/E.M/E.MI/E.AM

### 4. Un atlas de la topologie ambiante :

Un atlas (topologique) sur  $X$  est simplement une famille de cartes locales dont les ouverts recouvrent  $X$ . Pour toutes cartes  $(U_1, \varphi_1)$  et  $(U_2, \varphi_2)$  de l'atlas, l'application dite de changement de cartes.

$$\varphi_2 \circ \varphi_1^{-1} : \varphi_1(U_1 \cap U_2) \rightarrow \varphi_2(U_1 \cap U_2)$$

Est alors un **homéomorphisme**.

Pour qu'un atlas définisse sur  $X$  une structure de variété différentielle, on demande de plus que ses cartes soient compatibles, c'est-à-dire que tous ses changements de cartes soient des **difféomorphismes**. (*Cette partie et déjà expliqué dans le chapitre 02 la partie sur la topologie mathématique.*)

Il existe de multiples **variantes de cette notion de compatibilité**, selon la rigidité du type de structure considéré (variété de classe  $C^k$ , variété lisse, etc.).

#### 4.1 Un atlas de la même variété :

C'est quand les cartes qui le composent sont de la même variété par exemple lumière, nous les avons déjà expliquées. Précédemment.

#### 4.2. Un atlas des différentes variétés :

La résolution des problèmes topologiques par la géométrie différentielle stipule le retour aux relations qui peuvent exister entre les différentes cartes ou même au sein de l'atlas, nous allons essayer d'étudier aussi ces relations grâce à la superposition des cartes, qui représentent dans notre cas les résultats des différentes visualisations des ambiances.

Afin d'étudier les typologies des superpositions, nous avons cherché des qualificatifs topologiques liées aux notions du carte et de l'atlas, l'usage des qualificatifs de la géodatabase (ArcGIS® Geodatabase Topology Rules) s'avère pour notre cas le plus approprié vu que l'analyse s'est faite sur des plans superposés, qui peuvent être considéré comme mini carte.

Ces règles de topologie dans les superpositions des polygones sont :

- Pour le cas de deux variétés :

- **Superposition parfaite** : Cette superposition permet de corréliser deux zones de sorte à ce que les limites ne seront pas distinguées, elle est caractérisée géométriquement parlant de deux formes qui auront les mêmes limites.
  - **Superposition partielle par union** : (continuité surfacique) elle est observée géométriquement quand une les formes ne partagent pas toutes les limites, mais juste une partie des limites ou des sommets. Ceci qualifie une forme qui n'appartient à aucune des deux formes proposées pour la superposition.
  - **Superposition partielle par soustraction** : (discontinuité surfacique) cette particularité caractérise les vides qui peuvent exister entre deux formes géométriques, les surfaces entre les formes qui se touchent en partie sont des surfaces continues, et obtenue par soustraction des formes d'origine.
- Pour le cas de plus de deux variétés :
- **Superposition partielle globale** : c'est le partage des limites globales entre plusieurs figures géométriques, ou ce qu'on peut appeler des sous types, la superposition ici peut se faire par le biais des arrêtes ou des sommets.
  - **Superposition globale parfaite** : c'est des formes qui ont les mêmes limites, c'est des superpositions dans lesquelles la forme d'origine s'annule complètement.

#### **4.2.1. Les probabilités de croisement :**

En étudiant les probabilités de croisement nous avons conclu qu'il existe trois types de combinaison par deux ambiances qui sont : i) les ambiances lumineuse et sonore, ii) les ambiances sonore et thermique, iii) les ambiances thermique et lumineuse. Nous allons dans ce qui suit étudier chaque correspondance à part avec ses exemples :

Tableau XI. 04 : Le récapitulatif des probabilités de croisement

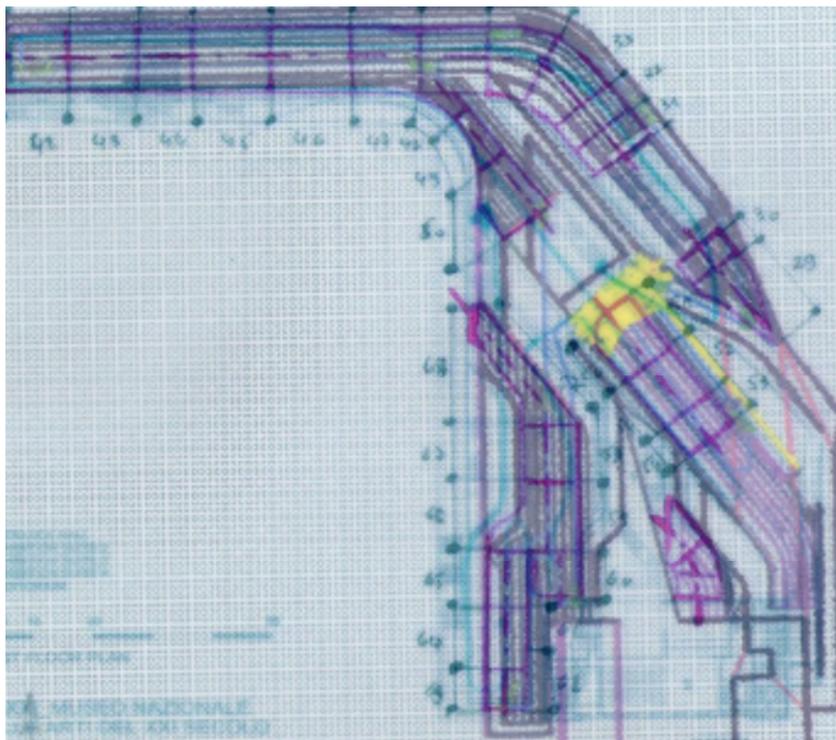
Source : Auteur, 2018.

Lumière –son	Son-thermique	Thermique –son
Lumière –thermique	Son –lumière	Thermique -lumière

#### **4.2.1. Les atlas de topologie lumineuse et sonore [Séquences combinées (lumière-son)] :**

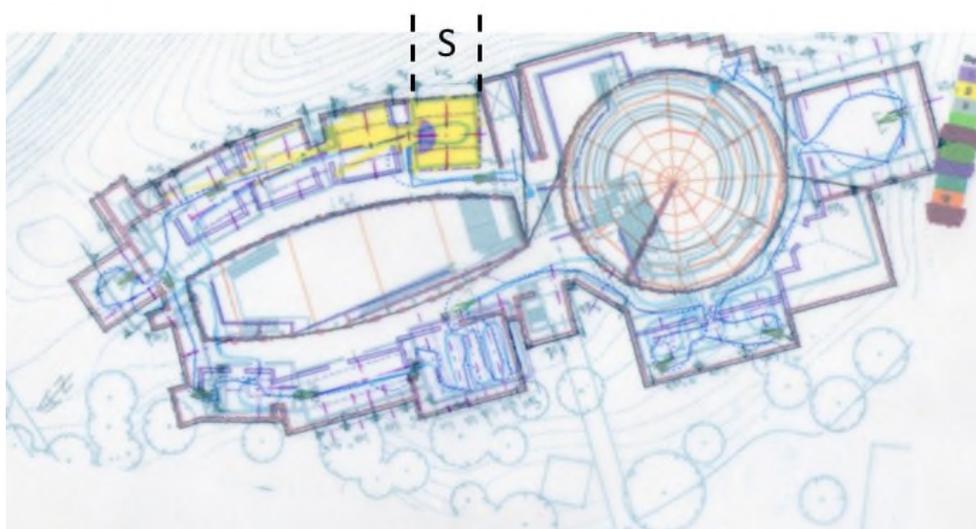
Pour la correspondance entre l'ambiance lumineuse et sonore, nous avons obtenu deux typologies : i) la présence des discontinuités lumineuse de la taille de la forme et de la position de la baie renvoient à la présence de discontinuités sonores de son direct, utile et masqué, ii) la présence de discontinuité lumineuse de la proportion de la baie correspond à une présence des discontinuités sonores de réverbération, direction, et orientation.





**Figure XI.05 : La correspondance entre topologie sonore et lumineuse**  
Source : auteur, 2018

Nous avons pris le musée historique de Salzbourg et Après la superposition de l'analyse séquentielle pour le cas de l'ambiance lumineuse et sonore, nous avons remarqué que pour les deux cas présentés dans la figure, les deux séquences se superposent. Pour les paramètres de lumière suivants : taille /forme /position et les paramètres sonores suivants : direct /utile /masqué. Il est a remarqué que la couleur jaune qui déborde pour le cas de la séquence sonore est liée à d'autres paramètres d'analyse qui sont la transmission de l'onde.



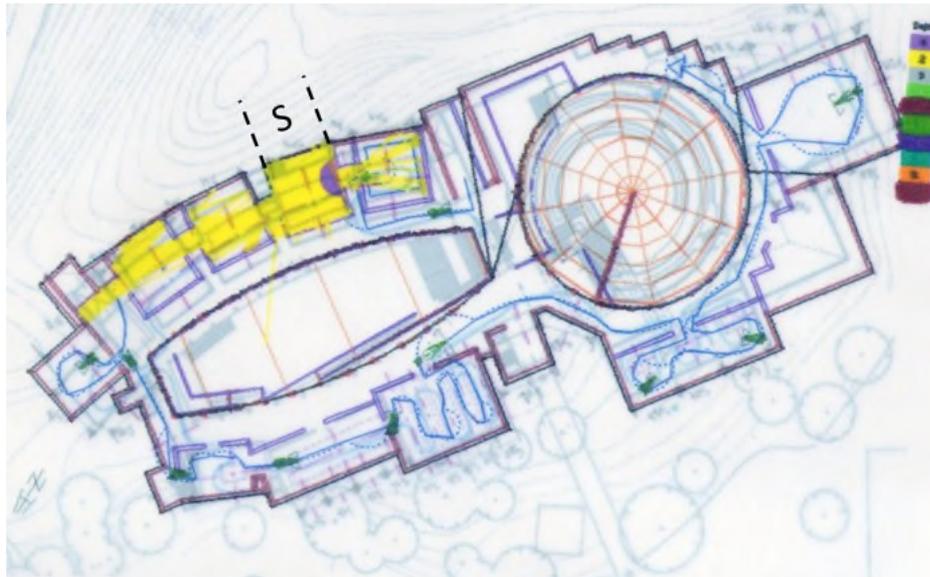


Figure XI.06 .07 : La correspondance entre topologie sonore et lumineuse  
Source : auteur, 201

Pour le cas du Bonfenten museum, la séquence sonore peut être superposée sur plusieurs séquences lumineuses, et elle ne peut pas être considérée comme une superposition.

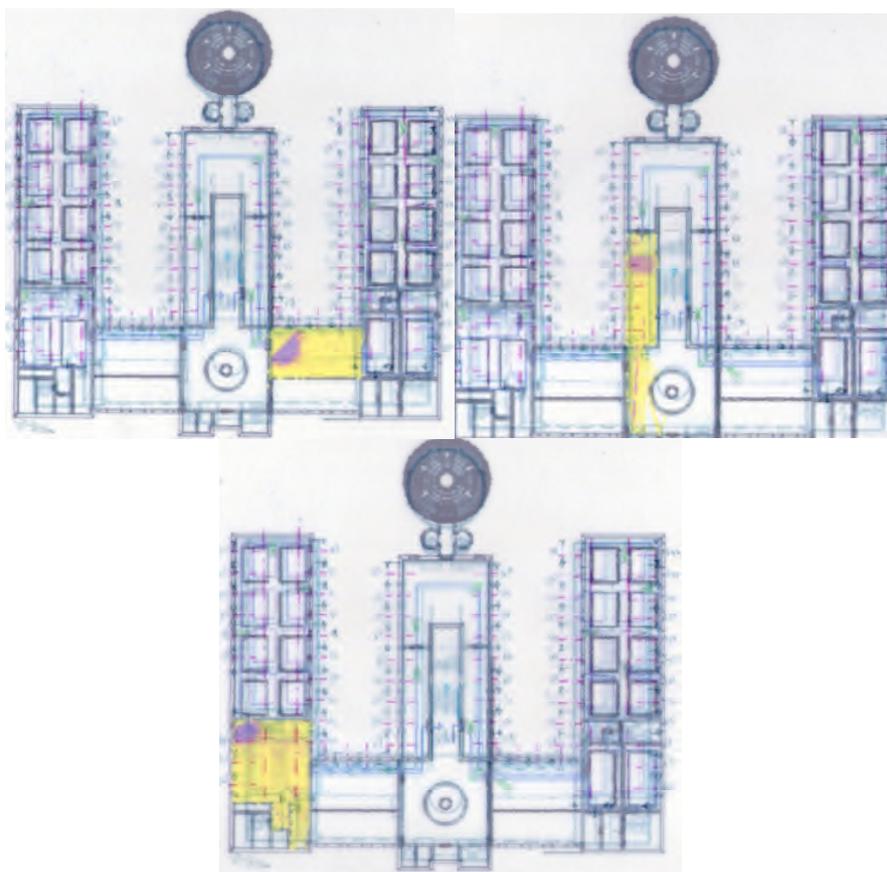
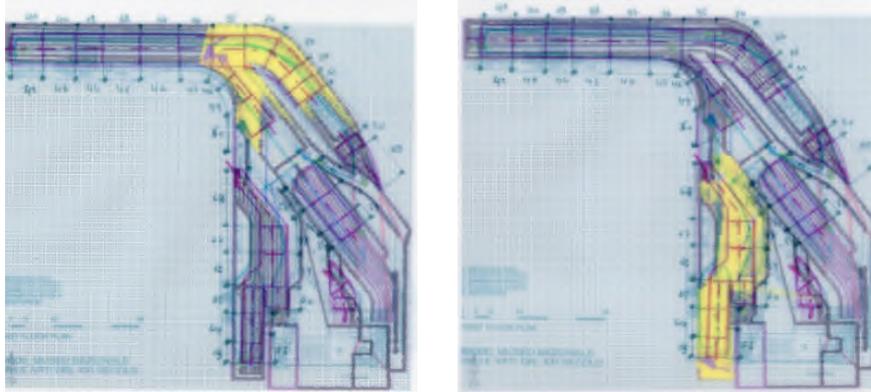


Figure XI.08.09 : La correspondance entre topologie sonore et lumineuse  
Source : auteur, 2018.

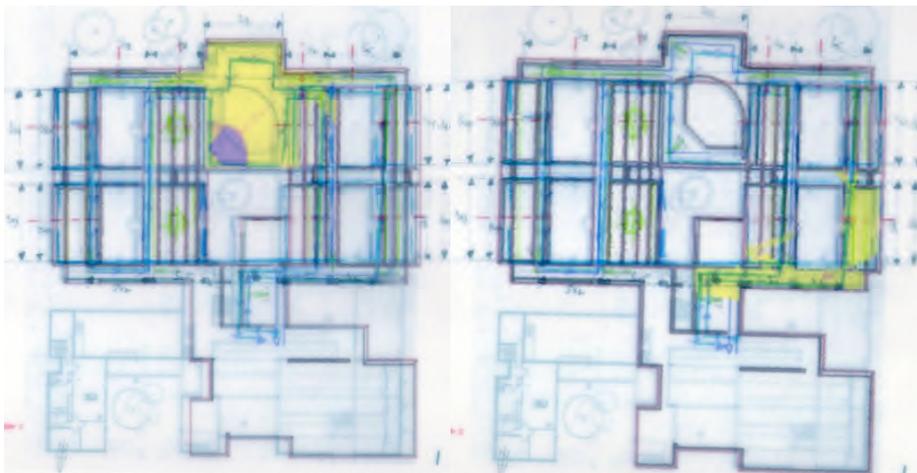
- **Superposition partielle par union :**

Pour les séquences de la figure ... la superposition n'est pas parfaite ceci est dû à l'existence de plusieurs séquences lumineuses, la séquence sonore prend beaucoup plus la morphologie de la conformation et non pas les caractéristiques des séquences lumineuses.



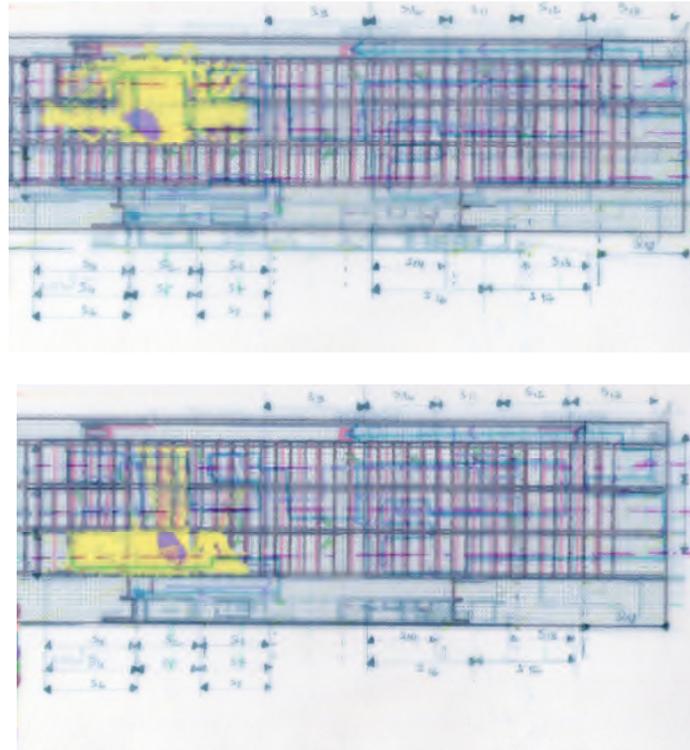
**Figure XI.10.11 : La correspondance entre topologie sonore et lumineuse**  
Source : auteur, 2018

Nous avons constaté que les séquences généralement se superposent, pour le cas de la séquence une, nous constatons en plus des paramètres liés aux sonores nous avons un autre paramètre qui caractérise la séquence et qui est la ..., par contre pour la deuxième séquence la couleur jaune qui débordé est due aux discontinuités de transmission et très exactement.



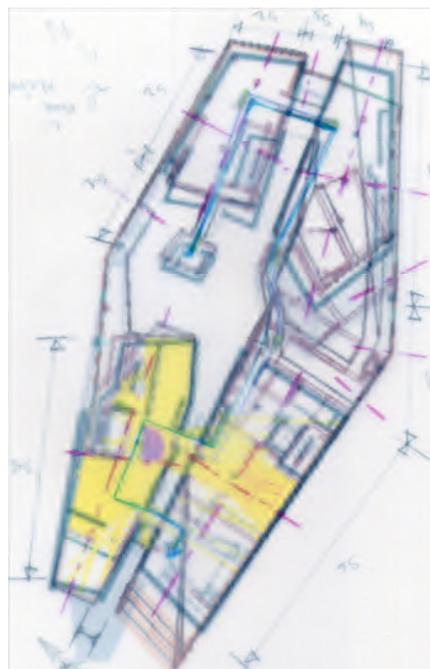
**Figure XI.12.13 : La correspondance entre topologie sonore et lumineuse**  
Source : auteur, 2018

Dans le musée Beyler reihn les deux séquences (sonore et lumineuse) se superposent et les parties qui débordent sont due à la discontinuité de transmission.



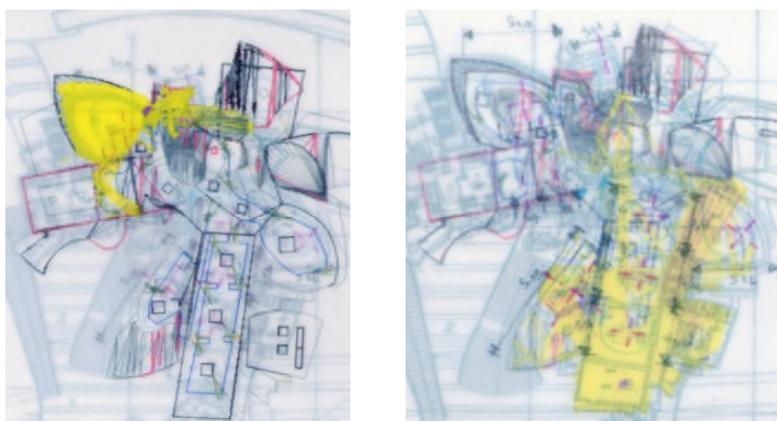
**Figure XI.14.15 : La correspondance entre topologie sonore et lumineuse**  
Source : auteur, 2018

Nous avons constaté que pour la plupart des séquences qui se superposent dans le musée Hergé l'éclairage des séquences lumineuse et de type zénithal. L'onde sonore déborde par sa couleur jaune à l'extérieur de la conformation, et cela est dû aux discontinuités de transmission.



**Figure XI.16 : La correspondance entre topologie sonore et lumineuse**  
Source : auteur, 2018

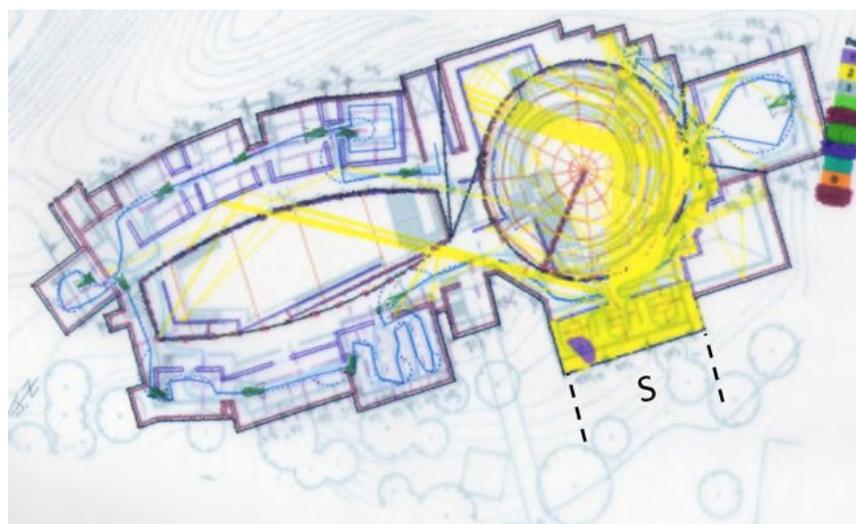
Pour le cas du musée de Bilbao les séquences suivent la morphologie de la conformation, nous avons remarqué que pour la plupart des superpositions les séquences sonore et lumineuses épousent parfaitement la forme de l'espace, pour le cas de la couleur jaune de l'onde sonore chaque cas est considéré à part, pour la première figure c'est les discontinuités de transmission, pour le second c'est les transmissions.



**Figure XI.17.18 : La correspondance entre topologie sonore et lumineuse**  
Source : Auteur, 2018

- **Superposition partielle par soustraction :**

Pour le cas de la séquence de la figure () nous remarquons les superpositions des deux séquences dans les paramètres suivants : pour le cas de la lumière : proportion, type d'éclairage, pour le cas du sonore : réverbération, direction, orientation. Les couleurs jaunes qui dépassent la séquence en question sont dues aux discontinuités de transmission.



**Figure XI.19 : La correspondance entre topologie sonore et lumineuse**  
Source : Auteur, 2018

Dans le musée de Kanthal y'a que la première séquence que nous avons constaté une superposition dans la toute première séquence, dans le restant des séquences il n'y'a aucune relation.

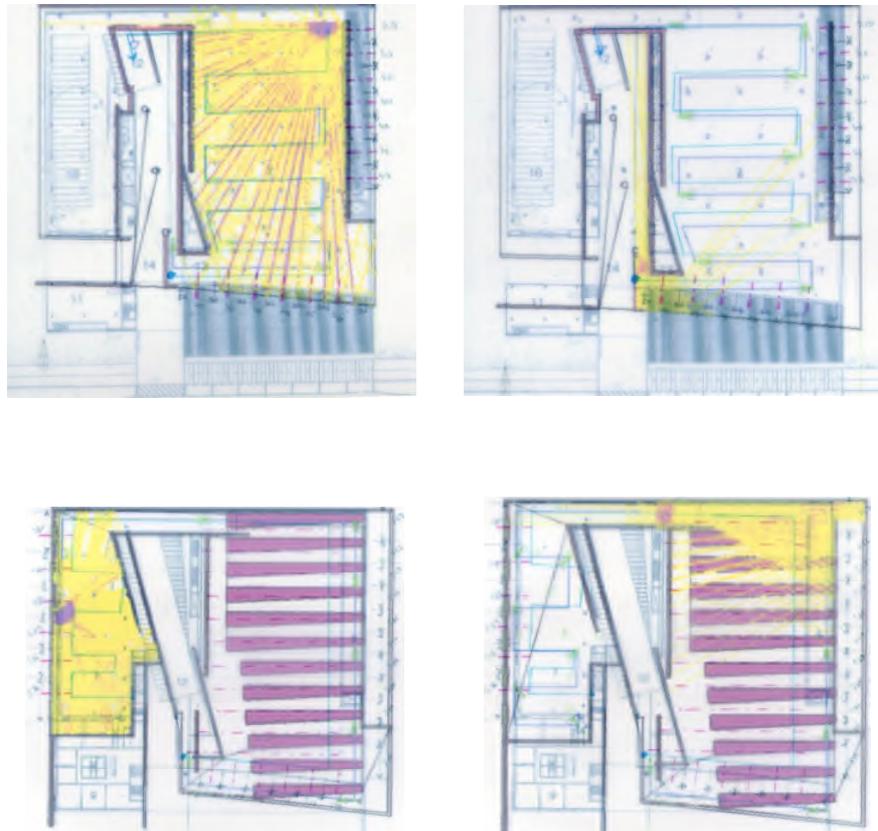


Figure XI.20.21.22.23 : La correspondance entre topologie sonore et lumineuse  
Source : Auteur, 2018

**4.2.2. Les atlas de topologie lumineuse et thermique [Séquences combinées (lumière-thermique)] :**

Pour la correspondance entre l'ambiance lumineuse et thermique, nous avons obtenu deux catégories : i) la présence des discontinuités lumineuse de la taille, la forme et l'orientation de la baie, correspondent à une présence des discontinuités thermique suivantes : E. M/E.MI/E.AM/MI.S.AM, ii) l'absence de la discontinuité de la proportion de la baie renvoie à une présence des discontinuités thermiques M.S. MI/M.S.M/H.M/H.MI/H.AM.

Tableau XI. 05 : le récapitulatifs des correspondances entre lumière et température  
Source : Auteur, 2018.

<b>Catégorie 01</b>			
<b>Lumière</b>		<b>Thermique</b>	
Taille, forme, orientation	Présence	E. M/E.MI/E.AM/MI.S.AM	Présence
<b>Catégorie 02</b>			
<b>Lumière</b>		<b>Thermique</b>	
Proportion	Absence	M.S. MI/M.S.M/H.M/H.MI/H.AM	Présence

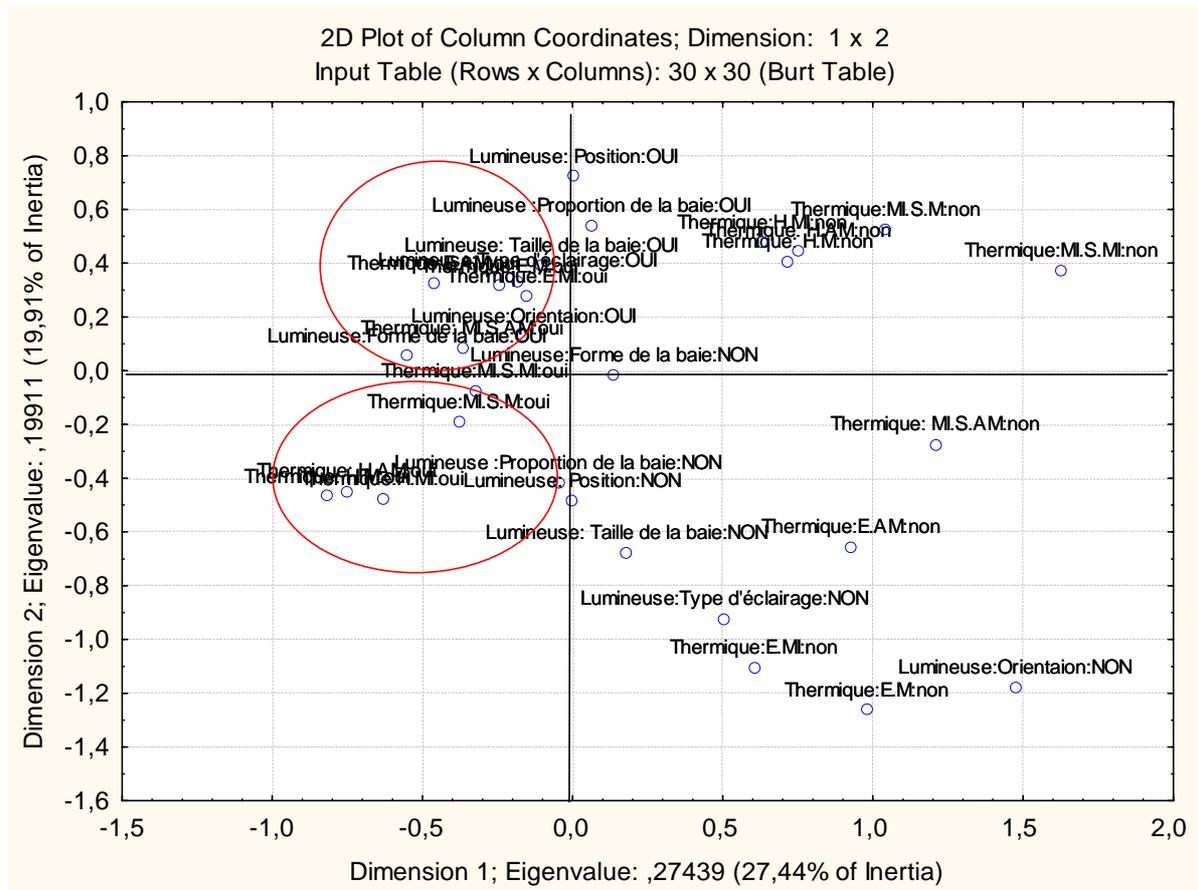


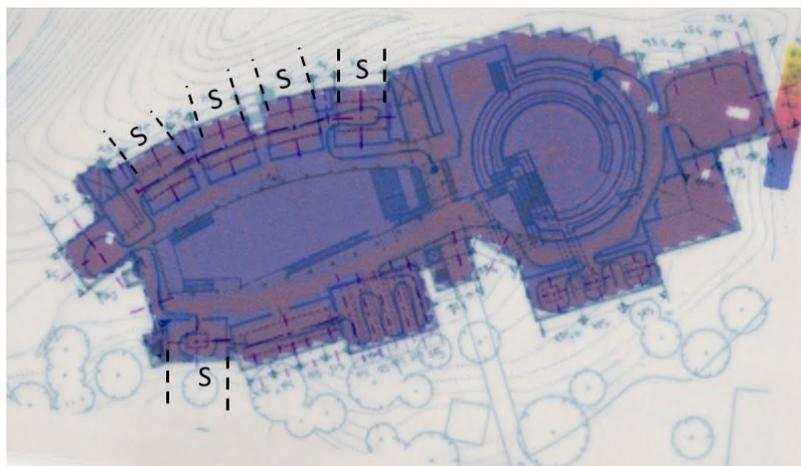
Figure XI.24 : La correspondance entre topologie lumineuse et thermique  
Source : Auteur, 2018

**4.2.2.1. Les exemples des superpositions par croisement (Thermique / lumière) :**

- **Superposition parfaite :**

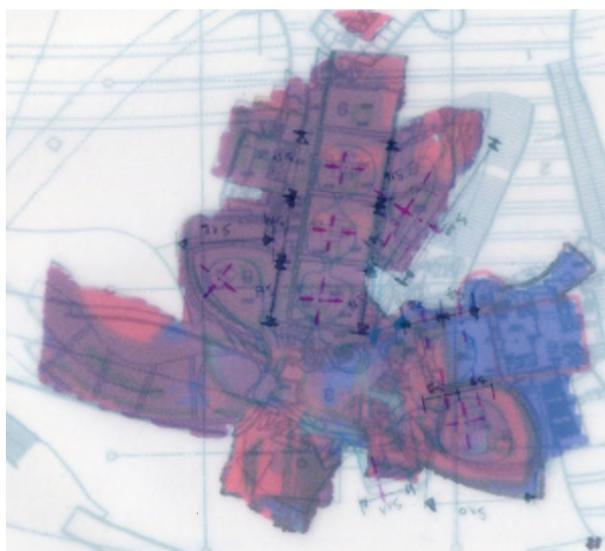
Pour le cas du musée Salzbourg les séquences thermiques se superposent parfaitement sur les séquences lumineuses et ce en raison de la morphologie de l'espace et le type d'éclairage qui est zénithal.

Nous avons remarqué l'existence de discontinuité thermique et lumineuse par superposition dans le MAXXI Museum, ou on passe pour le même type d'éclairage d'une séquence thermique de couleur bleu à une séquence thermique de couleur orange, ensuite à une succession de la même typologie de séquences (matérialisant la continuité).



**Figure XI.25 : La correspondance entre topologie thermique et lumineuse**  
**Source : Auteur, 2018**

Il existe aussi dans d'autres cas comme le cas du Guggenheim de Bilbao une superposition pour la séquence lumineuse liée à l'éclairage zénithal avec une conformation plus au moins fermée la même séquence thermique et ce pour les cas des séquences S04, S05, S06 de la figure XI. 26.



**Figure XI.26 : La correspondance entre topologie thermique et lumineuse**  
**Source : Auteur, 2018**

Pour le cas du musée Hergé les séquences comportant un éclairage zénithal correspondent à une température moyenne radiante de couleur bleu, et en prenant l'exemple de la séquence à l'étage dès que nous passons à l'espace de l'éclairage latéral les séquences thermiques sont de couleur différente (pour ce cas une nuance de l'orange).

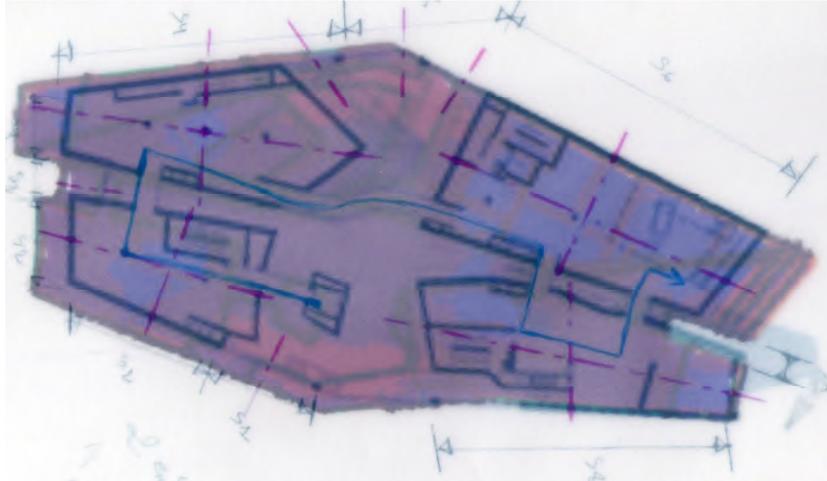


Figure XI.27 : La correspondance entre topologie thermique et lumineuse  
Source : Auteur, 2018

- **Superposition partielle par union :**

Nous avons aussi remarqué l'existence de discontinuité entre les séquences superposées pour le cas du bonfenten museum, entre les séquences ou le types d'éclairage et différents, et même quant on a le même type on a la température qui change.

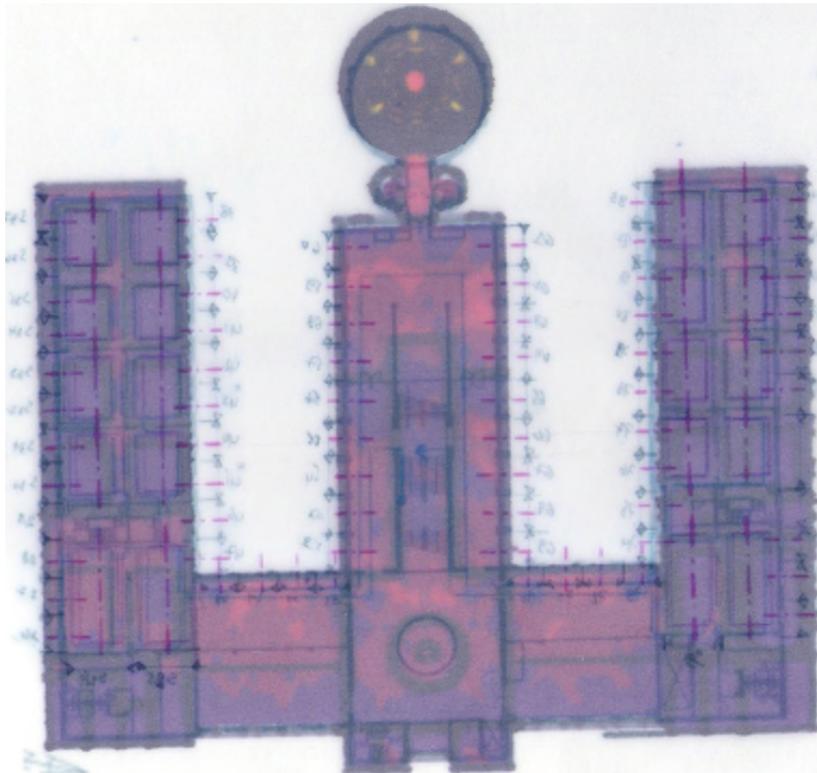


Figure XI.28 : La correspondance entre topologie thermique et lumineuse  
Source : Auteur, 2018

Ce type de superposition est aussi présent dans le MAXXI de Rome.

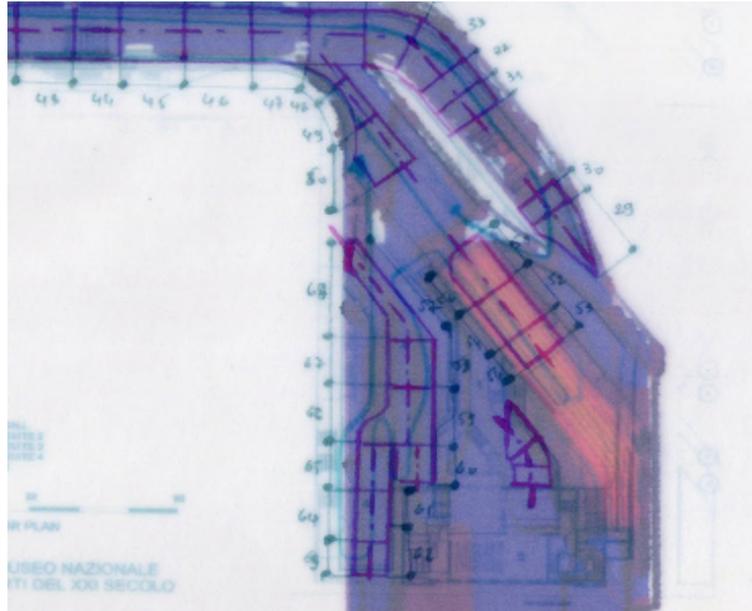


Figure XI.29 : La correspondance entre topologie thermique et lumineuse  
Source : Auteur, 2018

**4.2.2. Les atlas de topologie sonore et thermique [Séquences combinées (sonore-thermique)] :**

Pour la correspondance entre l’ambiance sonore et l’ambiance thermique, nous avons remarqué deux catégories : i) la présence des discontinuités sonores du ; son direct, son utile, l’écho, et la frontière sonore. L’absence des discontinuités de direction, de transmission parasite et de réfraction, reviendrait à une présence des discontinuités thermiques de E. M/E.MI/E.AM/MI.S.AM, ii) la présence des discontinuités sonores du son masqué avec une absence des discontinuités d’orientation et de réverbération, renvoi à la présence des discontinuités thermiques de H. M/H.MI/H.AM / M.S.MI/M.S.M.

Tableau XI. 06 : le récapitulatifs des correspondances entre son et température  
Source : Auteur, 2018.

<b>Catégorie 01</b>			
<b>Sonore</b>		<b>Thermique</b>	
Son utile, son directe, Echo, frontière	Présence	E. M/E.MI/E.AM/MI.S.AM	Présence
Direction, transmission parasite, réfraction	Absence		
<b>Catégorie 02</b>			
<b>Sonore</b>		<b>Thermique</b>	
Son masqué	Présence	H. M/H.MI/H.AM / M.S.MI/M.S.M	Présence
Orientation, réverbération	Absence		

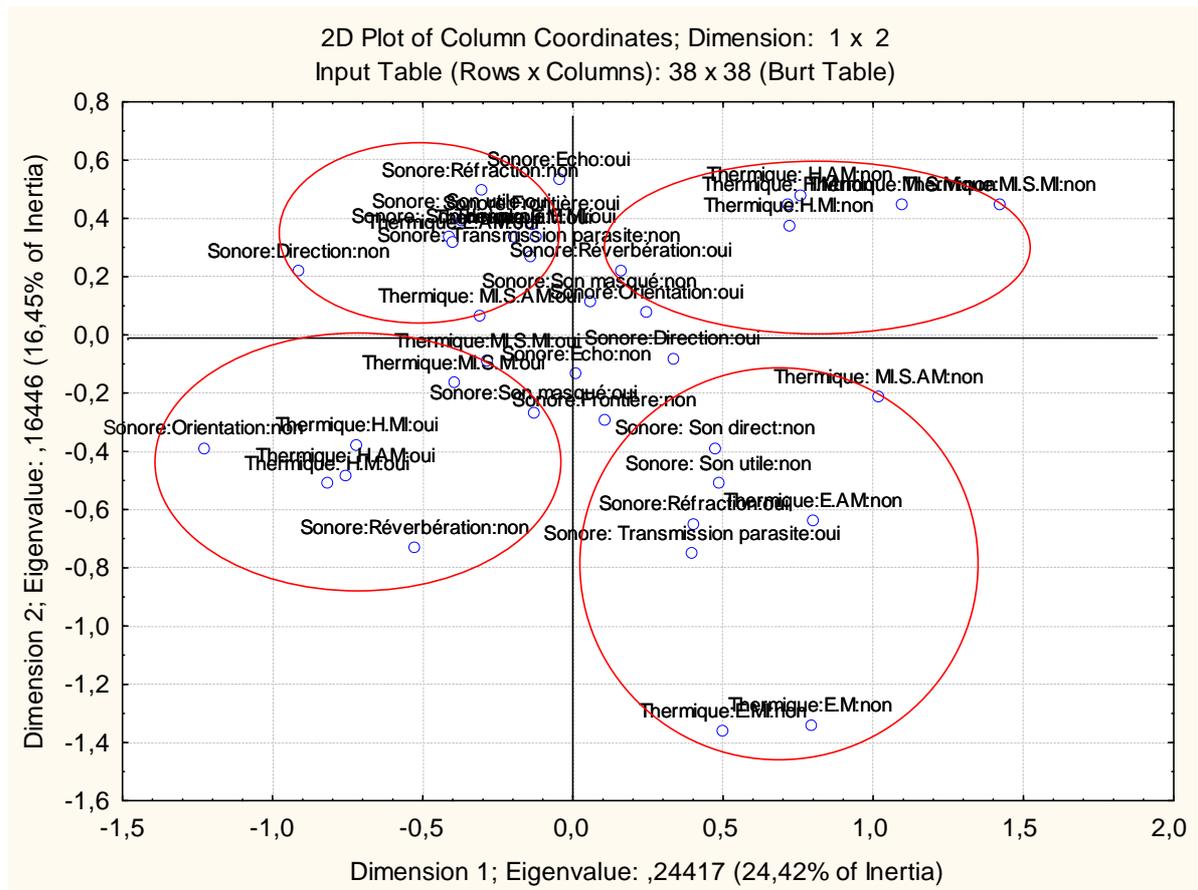


Figure XI.30 : La correspondance entre topologie sonore et thermique  
 Source : Auteur, 2018

**4.2.3.1. Les exemples des superpositions par croisement (Thermique / sonore) :**

- **Superposition parfaite :**

Nous prenons comme exemple le musée historique de Salzburg pour la séquence 01,02, 03 nous avons une superposition totale de la séquence sonore et thermique, la couleur jaune qui déborde est dû à la discontinuité de transmission de l'onde sonore de la séquence.

Nous remarquons que la morphologie de la conformation à une très grande influence sur la nature des séquences.

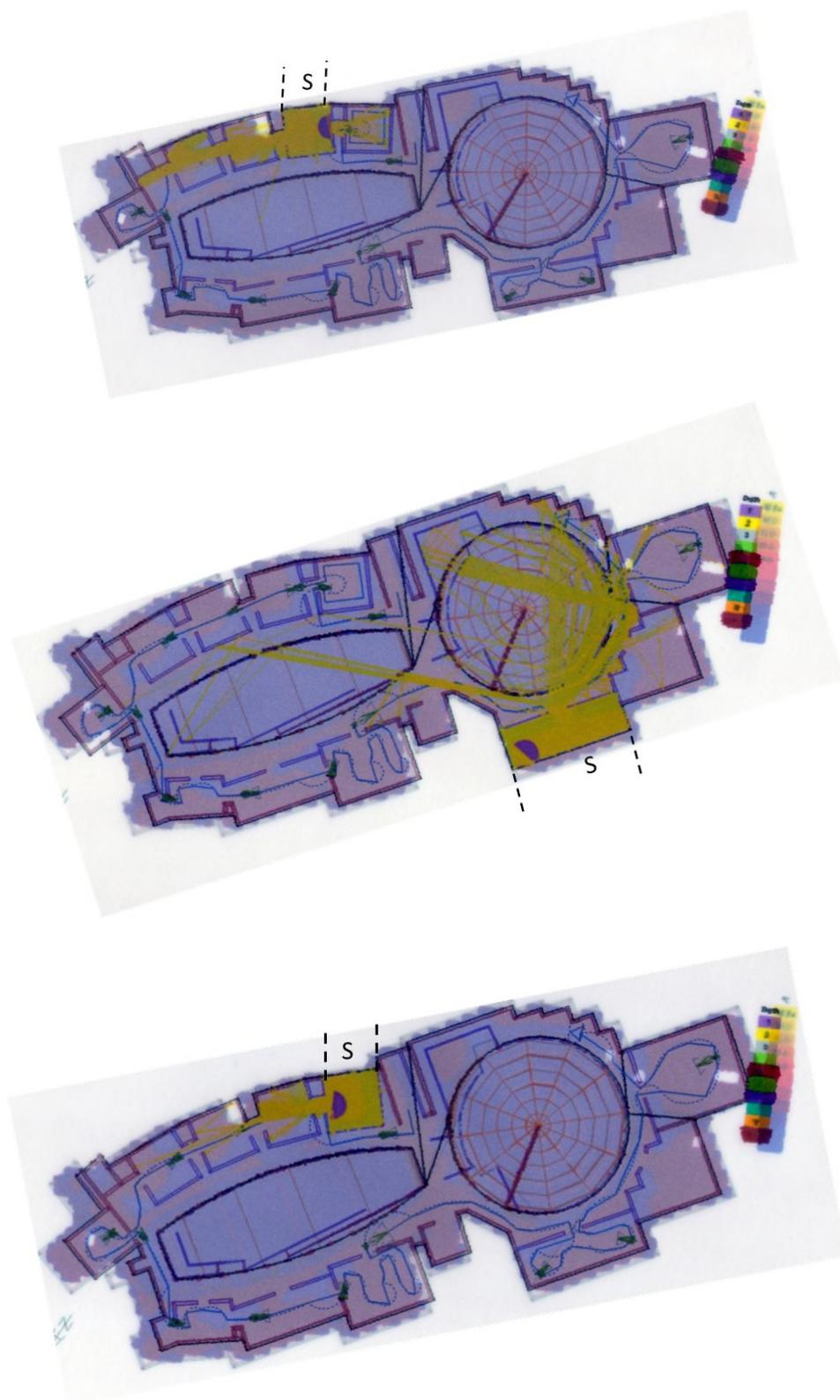
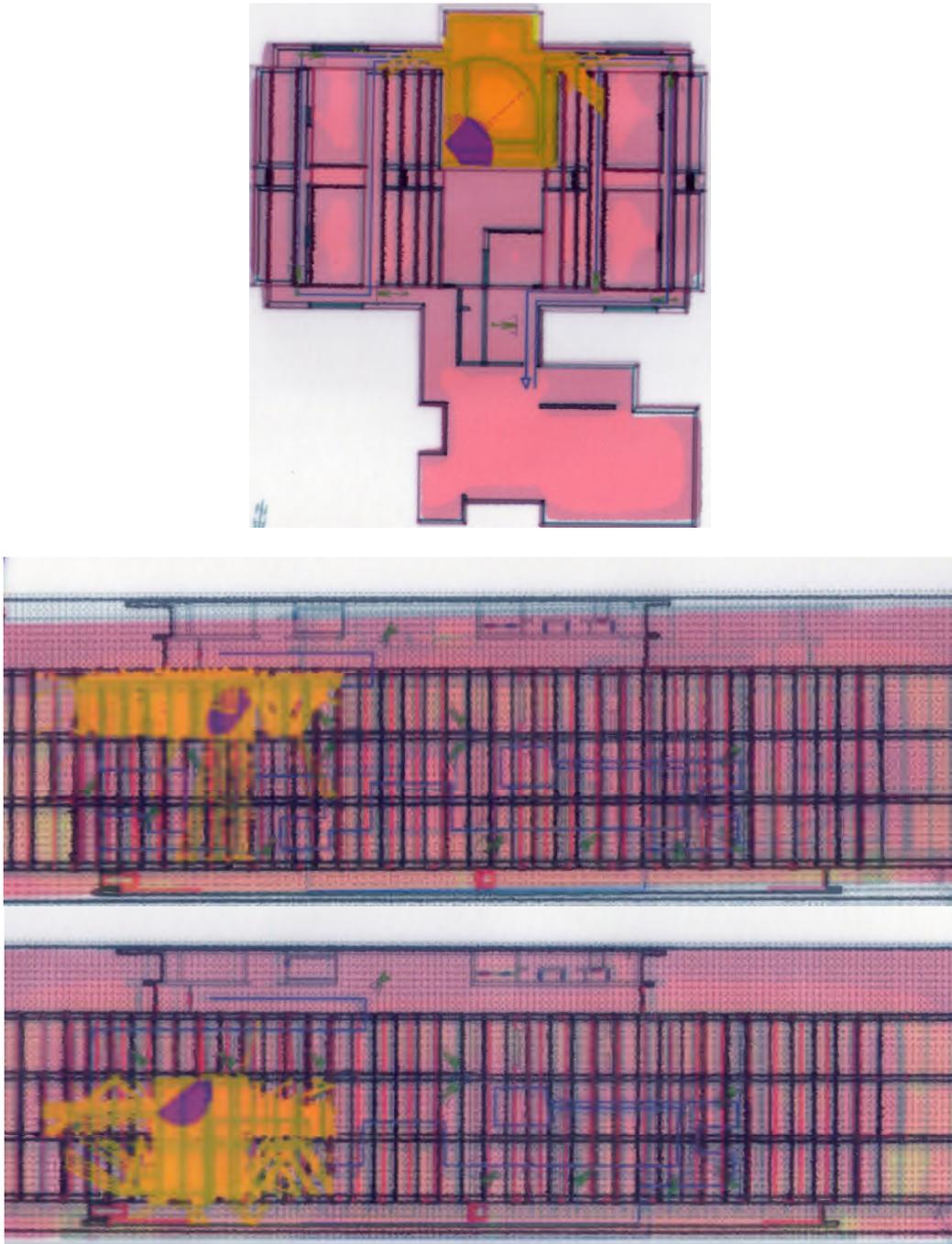


Figure XI.31.32.33 : La correspondance entre topologie sonore et lumineuse  
 Source : Auteur, 2018

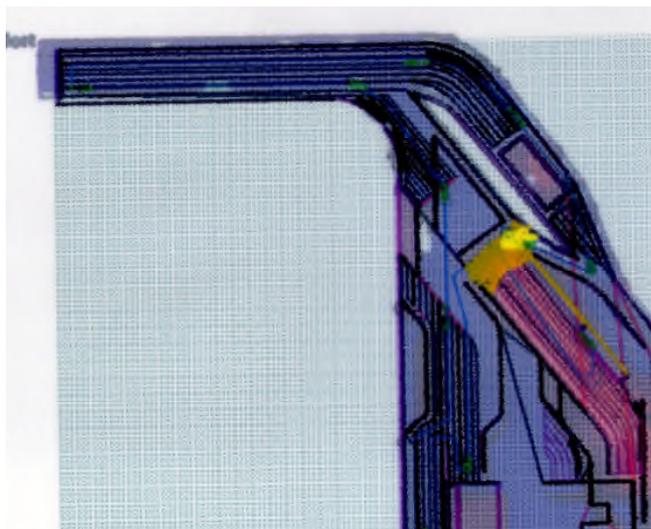
Nous pouvons aussi citer le cas du musée de la préhistoire de paris et le musée Beyler Reihn ou nous remarquons dans la figure 35 que le parcours est considéré comme une séquence thermique, la séquence sonore l'est aussi (à part les transmissions).

Les limites de la conformation dessinent aussi une limite à la séquence sonore et thermique.



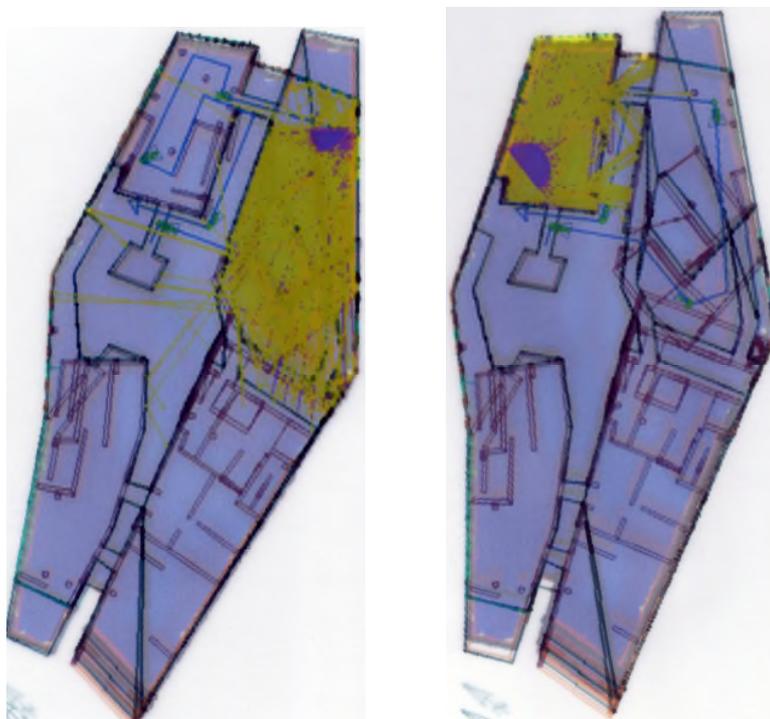
**Figure XI.34.35 : La correspondance entre topologie sonore et lumineuse**  
Source : Auteur, 2018

Dans le MAXXI musée de Rome il existe des séquences à superposition parfaite, la première est celles ou la sonore et parfaitement sur la thermique comme le cas de la séquence S02 du Rez De Chaussée.



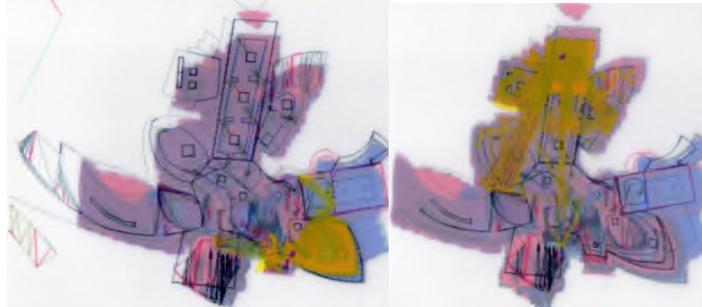
**Figure XI.36 : La correspondance entre topologie sonore et lumineuse**  
Source : Auteur, 2018

Pour le cas du Hergé Museum au niveau du Rez de chaussée les séquences sonores et thermiques se superposent parfaitement, cela est du au faite qu'il n'existe pas une grande variation de la température ce qui engendre l'absence des discontinuités thermiques et du coup pour les séquences citées dans la figure ... les séquences se superposent (à part la discontinuité de transmission).



**Figure XI.37 : La correspondance entre topologie sonore et lumineuse**  
Source : Auteur, 2018

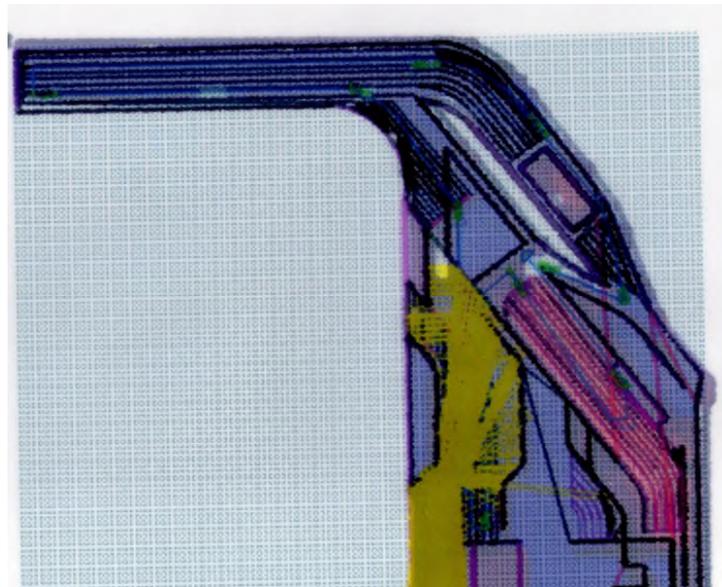
Pour le musée Guggenheim de Bilbao nous constatons deux cas, le premier est celui où la superposition des séquences est parfaite, le second comme nous pouvons le constater sur la séquence S02. une séquence sonore qui incluent plusieurs séquences thermiques.



**Figure XI.38.39 : La correspondance entre topologie sonore et lumineuse**  
Source : Auteur, 2018

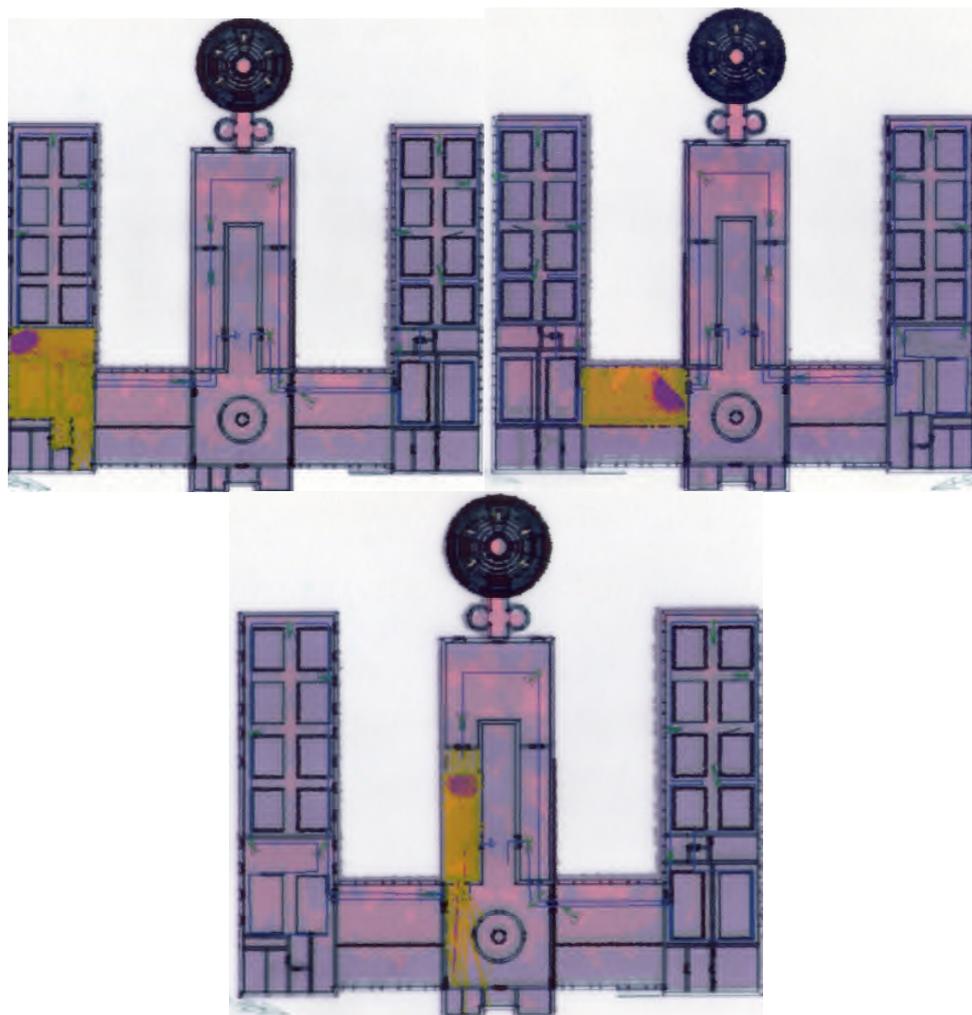
- **Superposition partielle par union :**

Nous trouvons aussi ce type de superpositions dans le MAXXI musée de Rome et le cas où les séquences sont superposées avec un débordement de l'onde sonore qui est souvent dû à la caractéristique de la transmission.



**Figure XI.40 : la correspondance entre topologie sonore et lumineuse**  
Source : auteur, 2018

Nous avons remarqué la même chose pour le cas du musée Bonnefanten où la morphologie de la conformation trace les limites de la séquence sonore (si on fait abstraction des opérations de transmission) les séquences sonores et thermiques peuvent se superposer, comme nous pouvons remarquer que la séquence sonore peut inclure plusieurs séquences sonores on parle dans ce cas de superposition multiple.



**Figure XI.41 : La correspondance entre topologie sonore et lumineuse**  
 Source : Auteur, 2018

Pour le cas du Kansthal musée, nous remarquons que pour les séquences du même parcours il y'a des différences, pour la première séquence du premier et du deuxième niveau, la superposition est parfaite, pour les autres séquences qu'elles soient au niveau du rez de chaussée ou de l'étage, la séquence sonore inclue plusieurs séquences thermiques.



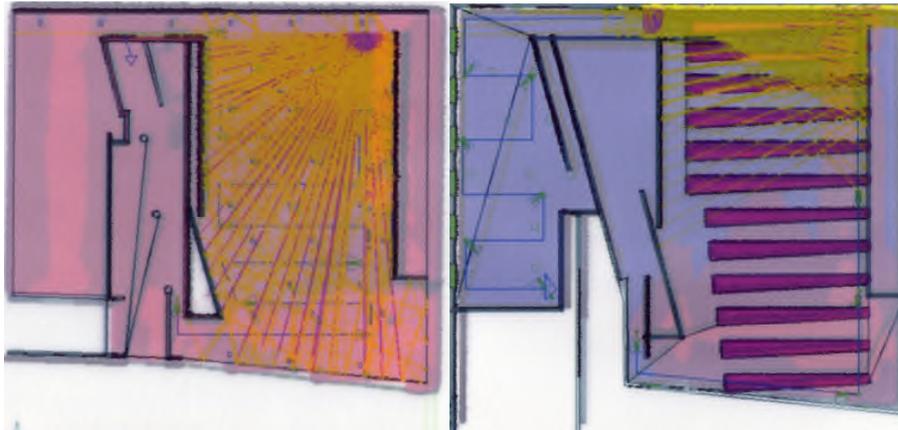


Figure XI.42 : La correspondance entre topologie sonore et lumineuse  
Source : Auteur, 2018

**4.3. Les atlas de topologie ambiante [Séquences combinées (lumineuse-sonore-thermique)] :**

Nous présentons les différentes correspondances résultantes des différents paramètres de toutes les ambiances confondues, le tableau X. 07 avait été fait en fonction des résultats de l’analyse multivariée présentée dans la figure X.29, nous allons détailler ces relations dans ce qui va suivre.

Tableau XI. 07 : Le récapitulatifs des correspondances entre lumière, son et température  
Source : Auteur, 2018.

<b>Catégorie 01</b>					
<b>Lumineuse</b>		<b>Sonore</b>		<b>Thermique</b>	
Taille, type d’éclairage, forme, orientation	Présence	Echo, son masqué, son utile, son directe, frontière	Présence	E. M/E.MI/E.AM/MI.S.AM	Présence
<b>Catégorie 02</b>					
<b>Lumineuse</b>		<b>Sonore</b>		<b>Thermique</b>	
Position, Proportion	Absence	Orientation, direction, réverbération	Absence	H. M/H.MI/H.AM / M.S.MI/M.S.M	Présence
<b>Catégorie 03</b>					
<b>Lumineuse</b>		<b>Sonore</b>		<b>Thermique</b>	
Position, proportion,	Présence	Orientation, direction, réverbération	Présence	H. M/H.MI/H.AM / M.S.MI/M.S.M	Absence

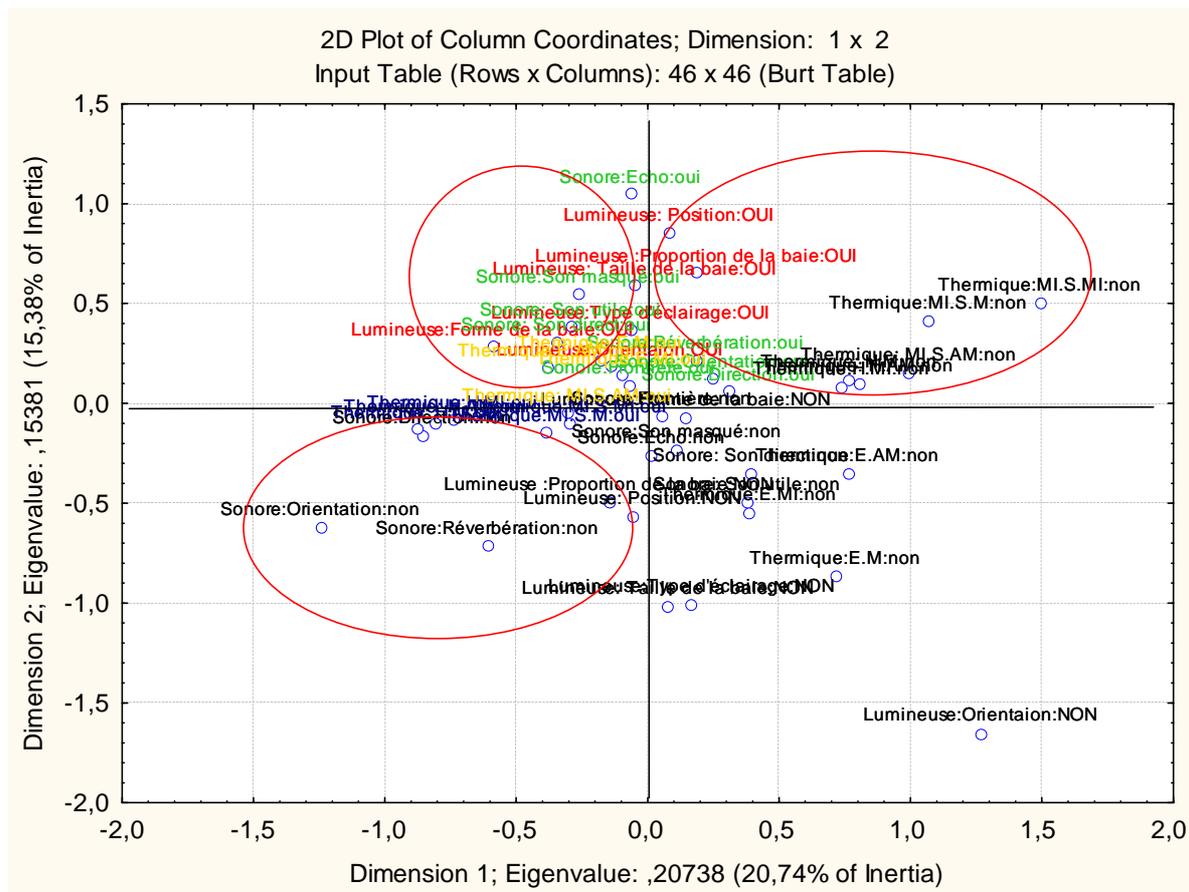


Figure XI.29 : La correspondance entre topologie sonore et thermique et lumineuse  
Source : Auteur, 2018

**4.3. Les exemples des superpositions par croisement (Thermique / sonore/ Lumière) :**

- **Superposition globale parfaites :**

Pour le cas de la première séquence au Kasthal musée, nous avons remarqué que dans la séquence 01 au Rez de chaussée, les séquences sonore, thermique et lumineuse se superposent de manière parfaite, et ce dans toutes les variables qui compose les descripteurs de l’analyse séquentielle.

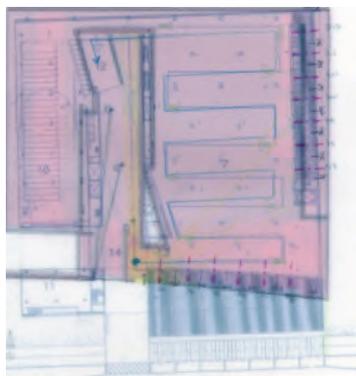
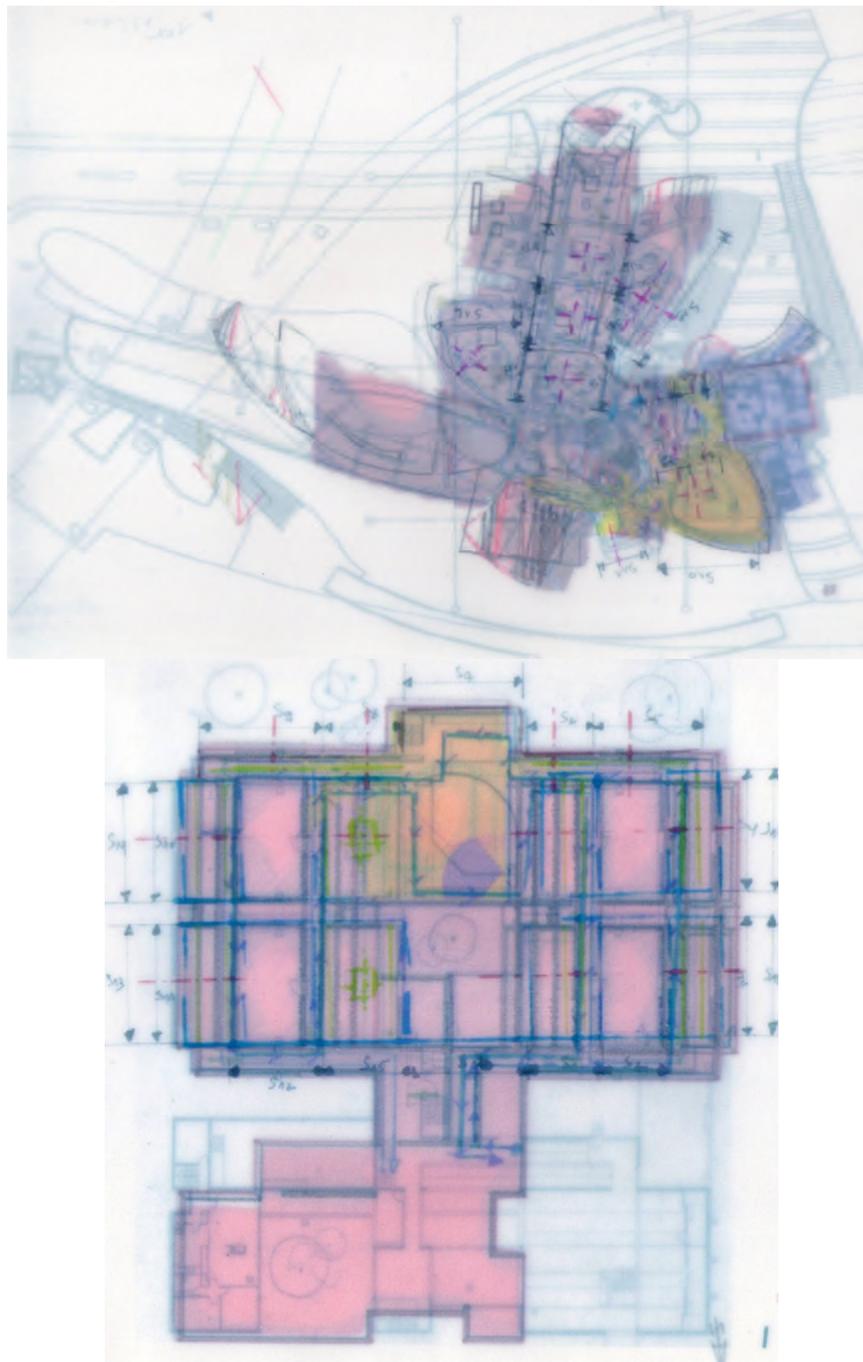


Figure XI.43 : La correspondance entre topologie sonore et thermique et lumineuse  
Source : Auteur, 2018

Les séquences peuvent aussi dans quelques cas se superposer de manière parfaite, comme dans le cas de la séquence S10 du musée Guggenheim de Bilbao, où nous remarquons que dans cette partie du parcours nous avons une séquence thermique qui est sur le même calque de la séquence lumineuse, et aussi la séquence sonore, sauf que pour le cas de la séquence sonore la couleur jaune déborde un peu, vu l'existence d'une variable de transmission.

Cette même observation avait été faite aussi pour la séquence ambiante S7 du musée Départemental de la préhistoire.



**Figure XI.44.45 : La correspondance entre topologie sonore et thermique et lumineuse**  
Source : Auteur, 2018

Pour le cas du MAXXI de Rome, il existe aussi des superpositions de type global parfait, la première typologie remarquée est celle où la superposition parfaite concerne les trois types d'ambiance, sauf que parfois la séquence lumineuse peut varier en fonction du type d'éclairage. Citons à titre d'exemple la séquence 02 du dernier niveau, où l'éclairage zénithal nous donne une seule séquence globale, pour le cas de la séquence lumineuse 15 et 16, elles donneront la même séquence ambiante globale, si nous choisissons la variable ouverture latéral nord ou latéral sud.

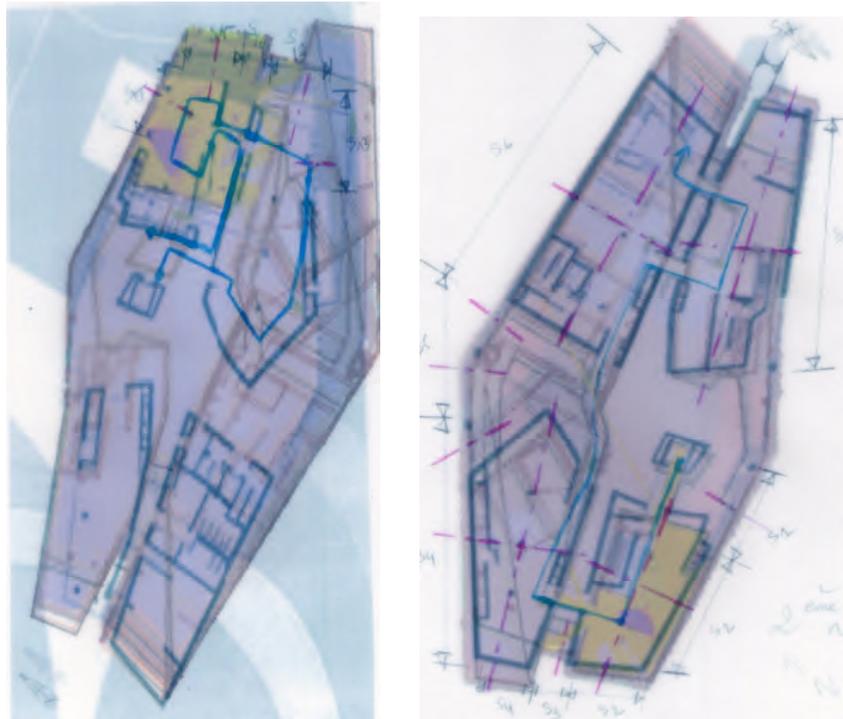
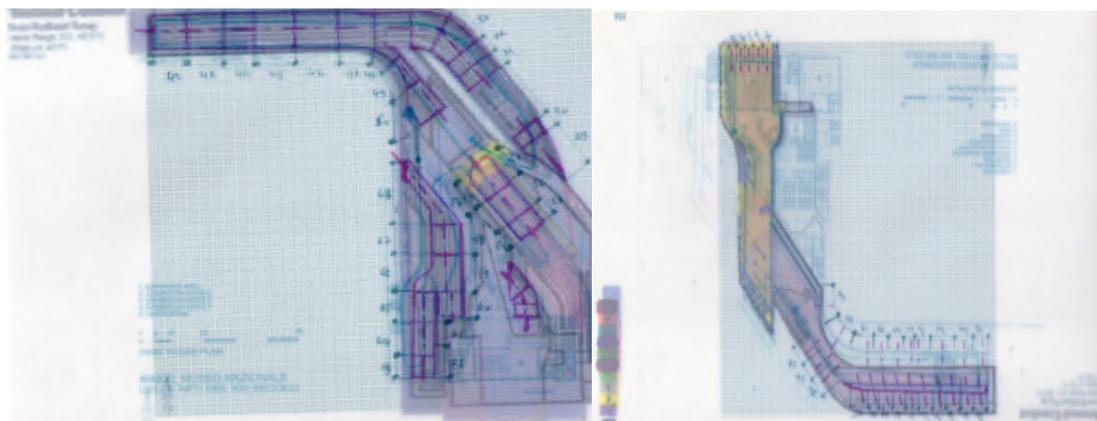


Figure XI.46.47 : La correspondance entre topologie sonore et thermique et lumineuse  
Source : Auteur, 2018

- **Superposition partielle globale :**

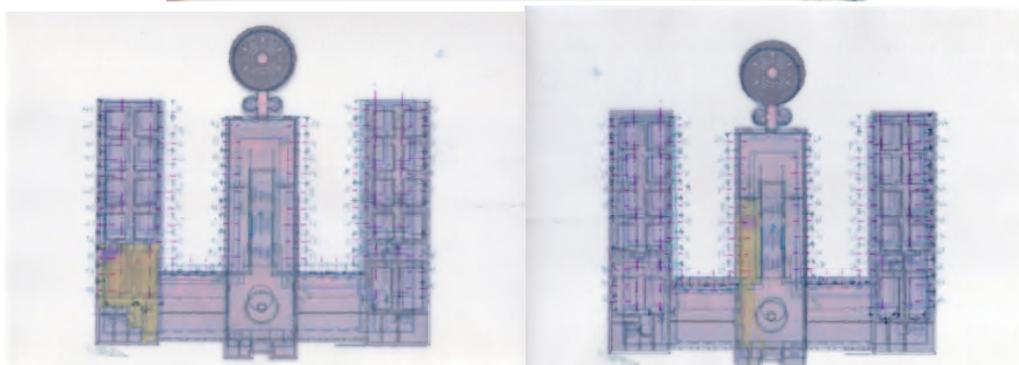
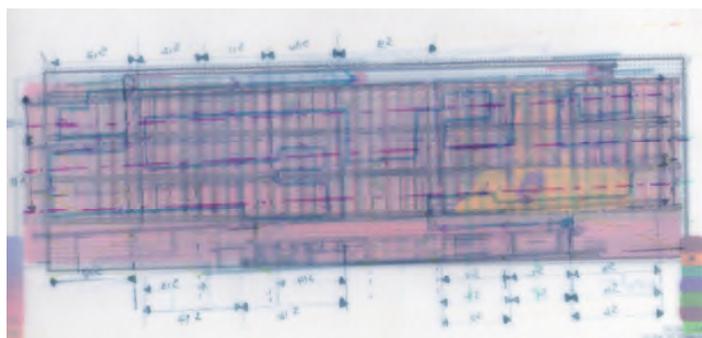
Ce type de superposition caractérise beaucoup de musées de type déconstructiviste, nous citons à cet effet le MAXXI de Rome, pour le cas de la séquence lumineuse 52 du 2<sup>ème</sup> niveau, la séquence globale qui englobe cette séquence est caractérisée par des séquences sonores et thermiques qui dépassent légèrement les limites de la séquence lumineuse.

Pour le 3<sup>ème</sup> niveau, toutes les séquences lumineuses et thermiques incluses dans les limites de la séquence sonore S22 constituent une superposition parfaite pour le cas de la séquence sonore, mais partielle si nous prenons chaque séquence thermique ou lumineuse à part.



**Figure XI.48.49 : La correspondance entre topologie sonore et thermique et lumineuse**  
Source : Auteur, 2018

La dernière observation est valable aussi pour le cas du Beyler Rhein et le musée Bonnefanten, pour le premier cas, nous remarquons que la séquence ambiante se compose d'une superposition de plusieurs calques, et les limites des séquences sonores et thermiques débordent un peu des limites de la séquence lumineuse tel que le cas pour la séquence S12.



**Figure XI.50.51.52 : La correspondance entre topologie sonore et thermique et lumineuse**  
Source : Auteur, 2018

Nous citons aussi l'exemple du musée historique de Salzbourg, où les superpositions sont pour la plupart des cas partielles. Pour le cas de la séquence lumineuse S02, elle se superpose sur la séquence thermique et sonore qui toutes les deux dépassent les limites de la séquence lumineuse sur les plans.

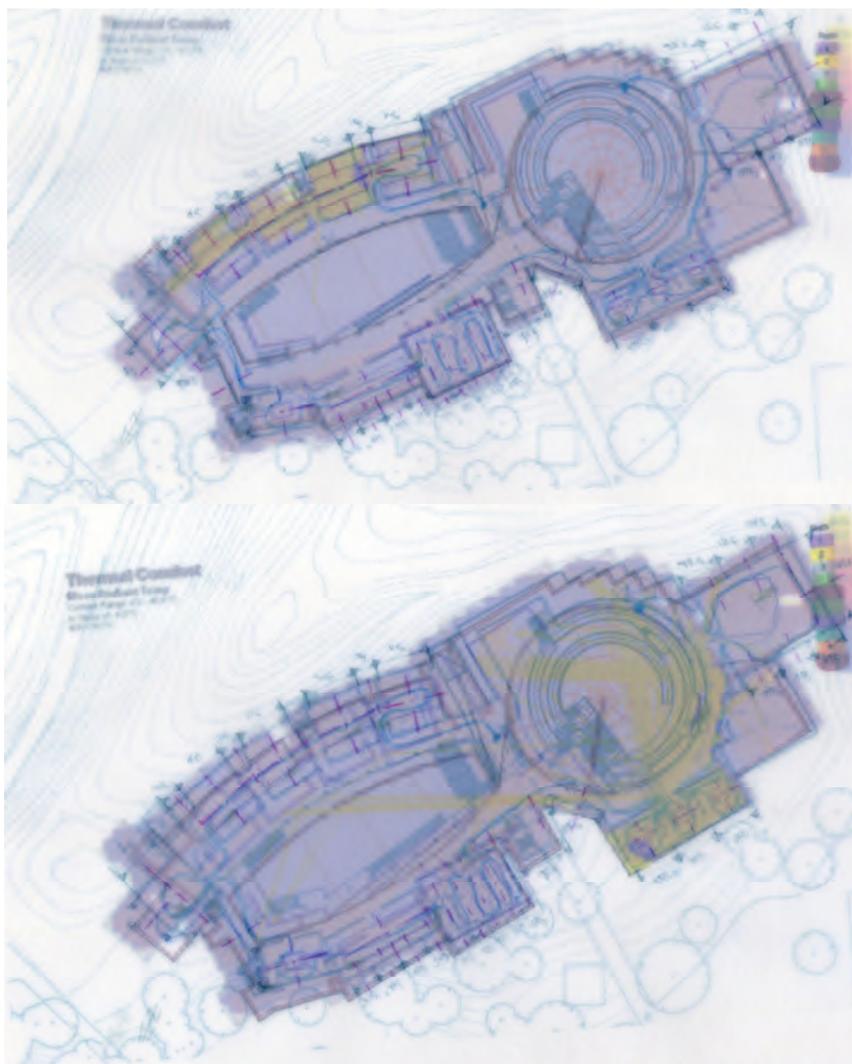


Figure XI.53.54 : La correspondance entre topologie sonore et thermique et lumineuse  
 Source : Auteur, 2018

**5. 4.2.2. Les atlas de topologie ambiante et le type de parcours**

Nous avons dans cette partie associé les atlas résultats des différentes superpositions, et la typologie de parcours, les résultats sont présentés dans le tableau qui suit :

Tableau XI. 08 : Le récapitulatifs des correspondances entre topologie ambiante et type de parcours

Source : Auteur, 2018.

<b>Catégorie 01</b>						
<b>Lumineuse</b>		<b>Sonore</b>		<b>Thermique</b>		<b>Parcours</b>
Taille, type d'éclairage, forme, orientation	Présence	Echo, son masqué, son utile, son directe, frontière	Présence	E. M/E.MI/E.AM/MI.S.AM	Présence	Labyrinthe Mixte
<b>Catégorie 02</b>						
<b>Lumineuse</b>		<b>Sonore</b>		<b>Thermique</b>		<b>Parcours</b>

Position, Proportion	Absence	Orientation, direction, réverbération	Absence	H. M/H.MI/H.AM / M.S.MI/M.S.M	Présence	Centré
<b>Catégorie 03</b>						
<b>Lumineuse</b>		<b>Sonore</b>		<b>Thermique</b>		<b>Parcours</b>
Position, proportion,	Présence	Orientation, direction, réverbération	Présence	H. M/H.MI/H.AM / M.S.MI/M.S.M	Absence	Linéaire

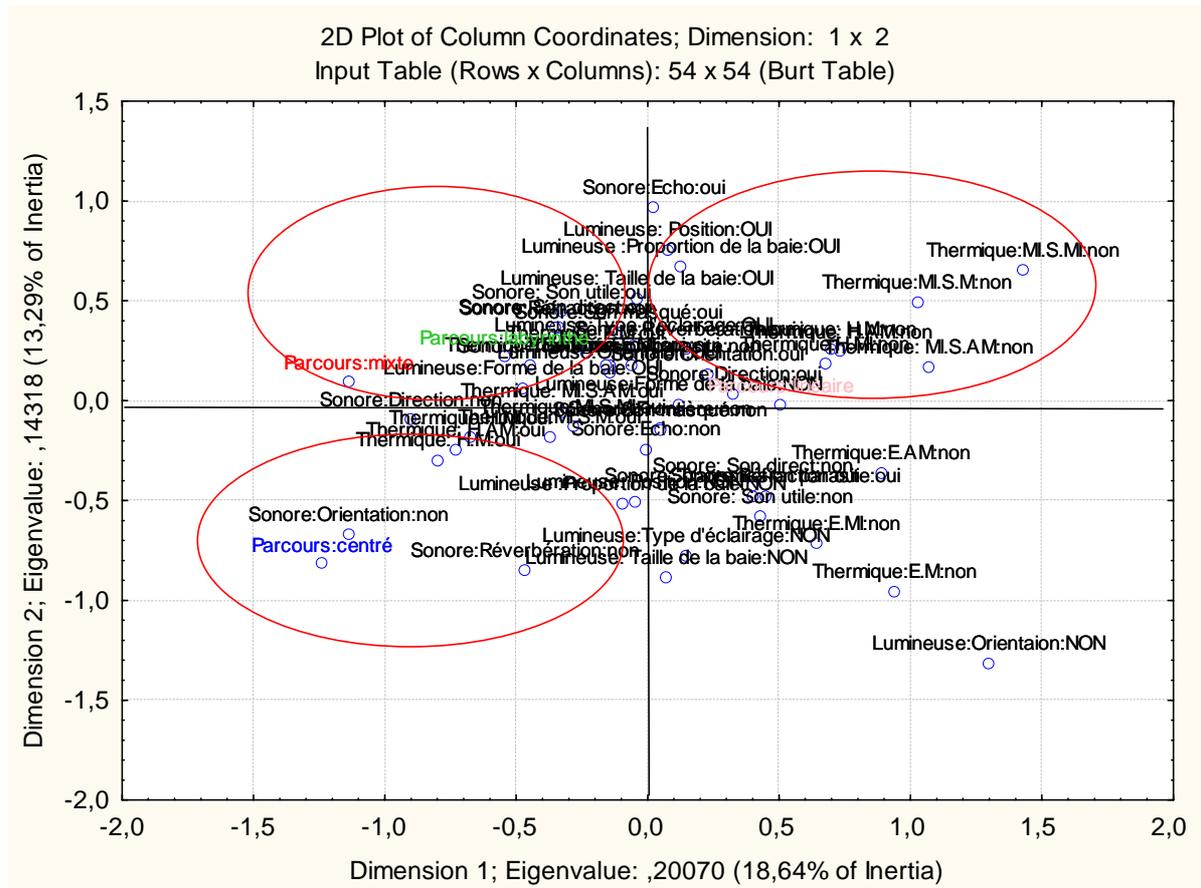


Figure XI.55 : La correspondance entre topologie ambiante et les autres paramètres  
Source : Auteur, 2018

**Synthèse :**

- **Les signaux, le parcours et les topologies ambiantales.**

En guise de synthèse, nous allons parler des résultats sous forme d’atlas, dans les musées ou le parcours est de forme linéaire, la topologie ambiante est présente par : i) les topologies lumineuses liées à la position de la baie et à sa proportion dans la paroi, et ii) les topologies sonores liées à l’orientation, la direction, et à la réverbération. Pour les musées ou le parcours est de type centré, il existe une seule topologie ambiante (thermique) qui correspond aux topologies thermiques de la saison d’hivers, et à celle de mi saison pour la période de la matinée et de midi.

Pour les musées à parcours en labyrinthe ou mixte, la topologie ambiante se compose de trois topologies : i) les topologies lumineuses qui sont liées à la taille, la forme, et à l'orientation de la baie, plus le type d'éclairage, ii) les topologies sonores qui sont liées à son masqué, son directe, son utile, l'écho et la frontière sonore, iii) les topologies thermiques de la saison d'été et de la période de l'après midi pour la mi saison.

• **L'intention de l'architecte et influence de la tendance stylistique :**

Nous allons parler dans cette partie de l'influence de la tendance stylistique sur les résultats obtenus en matière de topologie ambiante. Nous savons que les musées de l'époque contemporaine sont d'une variété stylistique très remarquable, nous citons à cet effet les trois plus grandes : i) la tendance postmoderniste des années 90 où l'architecture muséale postmoderne cherchait à revaloriser les objets exposés vu que le musée de l'époque moderne s'intéressait beaucoup plus à son espace intérieur qu'aux œuvres exposées, cette tendance a vu la naissance d'une nouvelle typologie muséale qui est liée à l'écologie « l'éco musée », ii) le déconstructivisme : qui cherche à mettre en valeur l'absence des valeurs et le chaos dans lequel nous vivons, iii) le modernisme tardif ou ce que nombreux architectes préfèrent appelé le « high tech », les architectes de la tendance high tech cherchent à ce que leurs musées soient des temples comme ceux de la période antique, mais avec une structure plus apparente qui reflète cette tendance stylistique postmoderniste de l'architecture.

Il est très facile de classer les musées en fonction de ces intentions stylistiques (Peressut L. B, 1999)., sans que cela ne nous permette d'apporter une plus-value à notre travail de recherche sur la topologie ambiante. Ajoutant à cela le fait que de nombreux écrivains affirment que la conception contemporaine des musées avait commencé par les travaux de la conception du Guggenheim de Salzbourg, qui est un projet très singulier, avec une conception très particulière ou la liaison entre différentes salles se fait par un parcours mixte, le hic c'est que le projet n'offre pas une image extérieure particulière, vu qu'il est ancré dans le rocher. On parlera du Guggenheim de Bilbao car ce musée par son extérieur est plus expressif. Ce qui stipule que l'image du projet est non seulement importante mais aussi décide du rôle que va jouer le musée.

Si on revient à la définition de l'approche topologique en fonction des intentions conceptuelles de l'architecte, nous avons pu les classer selon deux catégories : i) une qui cherche à travers les mathématiques des réponses aux problèmes de la forme architecturale et c'est la caractéristique essentielle de la nouvelle avant-garde, l'architecture de leurs musées véhicule le message topologique géométrique à travers sa forme extérieure dans toute sa splendeur solitaire, la plupart de ses projets sont des projets de réhabilitation de tissu urbain en déclin ou de quartier nouveau, nous citons l'exemple du : centre Gallego de Arte, ii) une autre qui cherche par le biais de la topologie mathématique la création des formes qui expriment les hétérogénéités dans notre monde des idées actuelles, et qui est composé d'architectes déconstructivistes, les architectes affichent les transformations continues dans la forme d'origine, faisant du projet de musée un véhicule de message et un projet où on a l'impression que le chaos est mis en évidence, tel que le cas de Bilbao ou du musée juif de Berlin, ou le vitra Museum.

Peressut (1999) compare l'effet produit par la conception muséale contemporaine à celui qui peut être immédiat ou sur le long terme, dans notre corpus nous avons remarqué que la topologie ambiante recherchée par les déconstructivistes, apporte au visiteur un effet immédiat. Cela est dû à la forme extérieure très imposante de l'édifice, cependant les détails de l'articulation visible à l'intérieur paraissent grossiers, toutes les émotions liées à l'exposition viendront après. Nous citons l'exemple du Guggenheim de Bilbao qui apporte un avancé du point de vue marketing. Cependant, dans la plupart des musées de la nouvelle avant-garde, l'effet est loin d'être immédiat, la forme est très basique dans la plupart des cas, les détails à l'intérieur sont conçus de manière très précise, ou chaque élément joue un rôle très important dans l'exposition, le musée paraît simple, et ce n'est pas la forme qui attire l'attention mais les effets produits que les visiteurs découvriront lors de leurs déplacements au sein de l'édifice en se réjouissant de la tonalité mystique, nous citons à cet effet le cas du musée du Kunsthhaus de Zumthor qui est loin d'être un musée de marketing (Peressut L. B, 1999), et par sa nature simple il a atteint un niveau de sobriété édifiant.

Les topologies ambiantales résultantes de la superposition de plusieurs topologies, sont belle est bien très présentes dans les musées de la nouvelle avant-garde. Le passage d'une séquence ambiante à une autre, se fait de manière linéaire, c'est-à-dire sans discontinuités. Dans les musées déconstructivistes ou de formes ambiguës, les topologies ambiantales existent de manière ponctuelle et discontinue, ceci veut dire que les superpositions sont parfaites dans les parties où la conformation architecturale constitue elle-même une séquence du parcours muséal.

### **Conclusion :**

A travers ce chapitre, nous avons interprété les différents résultats obtenus dans les chapitres précédents par un langage purement mathématique, il ne s'agit pas ici de justifier les discontinuités par la topologie, mais de résoudre un problème topologique de l'espace architectural par le biais de la géométrie différentielle.

Dans un premier temps et en étudiant les variétés, nous avons pu obtenir grâce aux variables de l'analyse séquentielle, ce que les mathématiciens appellent en langage topologique des cartes. Les résultats des correspondances nous ont permis d'obtenir des cartes pour chaque type de discontinuités : les lumineuses, les sonores, et enfin les thermiques.

Nous avons effectué par la suite une recherche sur les outils et le langage permettant de qualifier les superpositions des différentes cartes topologiques, nous avons trouvé que la database du logiciel de géographie ArcGIS® considérée comme règle topologique est très riche en qualificatifs inhérents à la topologie, le principe consiste à faire superposer sur la même carte en plusieurs calques des informations très variées, cette superposition doit permettre à chaque variation constatée de se voir conférer un langage précis.

Dans notre cas, le fond de carte sera le plan de musée, et les différentes cartes topologiques correspondront aux différentes séquences simulées (lumineuse, sonores, thermiques), ce

langage nous l'avons utilisé pour qualifier les typologies de superposition qui seront dans notre cas les superpositions des résultats de simulation pour chaque séquence selon le type d'ambiance.

Nous avons pu grâce à cette superposition obtenir nos cartes topologiques, qui nous ont conduit à un atlas topologique de la même variété (pour le même type d'ambiance), ensuite un atlas des topologies combinées (pour deux types d'ambiance) et enfin un atlas global (pour tous les types d'ambiance).

Nous avons par la suite obtenu des relations entre les sous variétés de toutes les typologies d'ambiance et de parcours, en faisant la correspondance entre l'atlas global et les différentes typologies de parcours muséal.



## **CONCLUSION GENERALE**

L'espace architectural est l'un des concepts les plus ambiguës à définir, il peut offrir une palette très variée de définition. Il peut être défini comme un espace organisé par la construction, qui renvoie souvent à l'endroit dont la production est l'objet architectural. D'autres le définissent comme un espace creux qui a un sens par la fonction et la relation intérieure/extérieure. (P. Von Meiss, 1993)

Ou aussi comme un espace tridimensionnel qui inclue l'homme, cette définition tient compte de l'espace interne de l'homme qui est souvent l'espace qui nous entoure, le rendant grâce à notre relation avec lui la scène ou notre vie se déroule. (B. Zevi, 1993)

Parmi les définitions qui reviennent souvent dans les travaux de chercheur sur l'espace architectural, celle de Jean Cousin qui se base sur la capacité qu'a l'être humain à s'identifier et à se protéger avec les volumes et l'espace qui l'entourent. Il note que le corps humain est entouré par une bulle qui constitue son espace personnel, un espace personnel qui ne se limite pas à la surface de la peau, mais s'étant grâce au champ visuel sur des extensions spatiales (en fonction de ce que l'être humain voit autour de lui). (J. Cousin, 1980)

Devant cette ambiguïté, la définition de l'espace architectural présentée par les chercheurs est souvent sous un angle anthropologique. Si nous prenons l'espace architectural en dehors de son interaction avec l'être humain, il devient un espace mathématiquement géométrique, tridimensionnel qui a des mesures précises.

C'est grâce à la géométrie que l'on a pu depuis des années représenter l'espace architectural, l'histoire montre que l'on a passé de manière très rapide grâce au développement de la technologie, des dessins simples à main levée aux dessins complexes réalisés par ordinateur. L'évolution des théories sur l'espace architectural et ses relations au vécu de l'homme notamment celles liées aux ambiances ont montré qu'il existe deux manières d'étudier l'espace, une manière très rationnelle qui exclut l'être humain et se focalise sur les paramètres physiques de l'espace appelée « quantitatif », cette manière est caractérisée par son objectivité basée sur des mesures et des valeurs quantifiables de l'ambiance. La seconde est liée à l'être humain et son comportement dans l'espace, et se base sur les qualificatifs qui peuvent décrire l'espace d'où sa subjectivité.

Nous avons donc essayé de trouver une nouvelle définition de l'espace architectural qui prend en charge son aspect géométrique, mais aussi prend sa réalité sensorielle. Nous allons en se basant sur une approche topologique de l'espace voir si la topologie peut-elle définir la spatialité architecturale juste par ces rapports de discontinuité.

La définition de l'espace liée à l'ambiance avait permis de réconcilier entre le volet qualificatif et quantitatif de l'espace. Cette réconciliation a poussé les réflexions sur des outils de représentation de l'espace qui peuvent prendre en charge non seulement les aspects géométriques mais aussi les aspects sensoriels de l'espace architectural, on a passé des outils de dessin assisté par ordinateur (Autocad, Archicad) à la conception assistée par ordinateur et aux palettes d'analyse liées aux ambiances (logiciels...).

La typologie des ambiances varient en fonction du choix méthodologique, mais aussi par rapport à leurs aspect sensorielle qui se présente sous forme de deux typologies : i) des ambiances vue : lumineuse, et ii) des ambiances non vue : sonore, thermique, olfactive, tactiles,... ces typologie ne changent rien à la définition de l'ambiance, mais l'ambiance vue (lumineuse) est souvent plus facile a détecter et à analyser. Si les mesures in situ peuvent être effectuées sur tous type d'ambiance à signal mesurable, ils ne permettent pas de nous offrir une image visible de leur caractère (abstrait), et c'est souvent l'utilisateur qui nous aide à trancher (avis qualitatif).

Nous avons par la suite exploré les définitions de l'approche topologique en fonction des architectes théoriciens et praticiens, nous avons remarqué elle est très ancienne en architecture et en parcourant les différentes définitions, nous avons pu formuler notre propre synthèse qui définit la topologie comme étant l'acte de déplacement suivant une durée temporelle. Le mouvement dynamique du corps croise la durée créant des points, successivement, tout au long d'un parcours (durée). Ce point une fois créé constitue un évènement.

La définition de la topologie s'est montrée très lié à la notion du parcours, et c'est grâce à ce lien que nous avons choisi de travailler sur les musées. Dans les musées la notion du parcours est souvent mise en évidence dès la phase conception.

Le choix avait été porté sur une trentaine de musée européens sur lesquels nous avons déjà effectué un travail sur les topologies lumineuses, ces cas d'études ont été sélectionné en fonction de plusieurs critères, à savoir : i) la période historique, ii) l'intention de concevoir l'œuvre architecturale avec la lumière naturelle que nous appelons « intention lumineuse », iii) la quantité d'information qui nous est disponible (discours, textuel, graphiques, images...). Le corpus d'étude comporte trente musées européens.

Il est à mentionner que les musées choisis ont tous été conçu entre 1980 et 2008, cette période est caractérisée par l'influence des entreprises de muséographie sur la conception et la réalisation des musées. C'est ce qui justifie le choix par rapport à l'ambiance sonore.

La plupart de nos cas d'étude ont fait l'objet d'une réflexion autour de l'ambiance sonore dès la phase conception, pour le reste ça a été pris en charge par la réception finale du projet par les entreprises de réalisation muséographique dont le but était d'apporter des corrections sur la conception initiale par le biais de quelques matériaux.

Nous pouvons dire aussi que certains critères liés à l'ambiance lumineuse ont aussi une influence sur l'ambiance thermique, nous citons à titre d'exemple, l'orientation, les matériaux et la forme de l'espace.

Et c'est grâce à la revue de littérature que nous avons pu confirmer ce choix en argumentant avec le fait que les musées soient contemporains, et que dans les musées contemporains en plus de la lumière on donne beaucoup d'importance au traitement muséographiques qui prend en charge les autres paramètres d'ambiance tels que le son, la thermique, ou l'olfactif...

Nous avons grâce à la conceptualisation théorique pu construire un modèle conceptuel, qui a servit d'élément de base pour cette analyse, ce modèle d'analyse avait été construit sur al base de la notion du parcours et de al séquences, autrement dit l'analyse séquentielle.

Nous avons pu grâce au modèle d'analyse développé durant le magistère décrire les séquences résultantes, les critères de description pour le cas de la lumière étaient : Les caractéristiques de la baie sont : i) -le type d'éclairage, ii) -l'orientation, iii) -la position, iv) -l'inclinaison) -la forme, vi) -la taille, vii) -le vitrage, viii) -le complément de vitrage. Celles de la conformation de la séquence incluent i) couleur, ii) texture, et iii) morphologie de la paroi.

Nous avons commencé cette recherche par la confirmation des résultats obtenus dans la recherche antérieure en effectuant des simulations par Radiance afin de vérifier l'existence topologie et ce pour l'heure de la visite ou la fréquentation est maximale. Nous avons réalisé des courbes qui nous ont permis de confirmer ces discontinuités.

Nous avons par la suite développé la recherche sur deux autres ambiances qui sont la sonore, et la thermique. Pour les critères de description utilisés pour le sonore nous citons ceux qui concernent le son : i) la source sonore : l'intensité, la fréquence, la direction, l'orientation, ii) les caractéristiques de l'onde sonore diffusion : la réflexion, la réfraction, l'absorption, et la diffraction, iii) les caractéristiques de l'onde sonore de transmission : direct, latérale, parasite, iv) les caractéristiques de l'onde sonore selon les surfaces d'incidence : son direct, utile, frontière sonore, écho ; réverbération, son masqué, ceux qui concernent la conformation : les matériaux, la forme.

Et pour ceux de l'ambiance thermique, nous citons ceux qui sont liés à la température : les écarts de température périodique (matin, midi, après-midi) pour les trois journées les plus défavorables pour chaque saison, nous citons également ceux qui sont en relation avec la conformation : morphologie et matériaux.

Vue que les deux ambiances choisies ne sont pas de la même nature que la lumière (vue), nous avons choisi de passer d'abord par leurs visualisations afin qu'on puisse rendre les séquences plus palpables, nous avons choisi la simulation par Ecotect V5 qui nous a permis de déceler non seulement les séquences, mais de les rendre visibles.

Nous avons procédé en fonction des résultats de la description à une analyse statique qui nous a permis de faire ressortir les discontinuités entre les séquences. Suivant les pourcentages de ces discontinuités, nous avons pu les classer selon trois catégories : les discontinuités majeures qui sont supérieures à 50% , elles concernent: i) l'orientation à 53%, ii) la direction à 73%, iii) la réverbération à 77%, iv) le son utile réfléchi à 57% ; les discontinuités moyennes qui sont supérieures ou égales ou inférieures ou égales à 50% et qui sont : i) la réfraction 46%, ii) le son direct à 50%, iii) la frontière sonore à 47% ; et les discontinuités faibles, celles dont le pourcentage est moins de 50% et qui sont : i) la diffraction à 13% , ii) la transmission parasite à 27%, iii) l'écho à 20% , iv) le son masqué à 30% , v) la géométrie à 20%. Et enfin les discontinuités inexistantes qui sont celles de : i) la réflexion, ii) l'absorption, iii) la transmission directe, iv) la transmission latérale.

Dans ce qui va suivre nous allons mettre en exergue uniquement les discontinuités majeures et moyennes.

Pour les discontinuités thermiques, nous avons obtenues les pourcentages des discontinuités de la température suivant : i) pour la saison d'hivers : Les discontinuités hivernales

matinales 47%, Les discontinuités hivernales à midi 50%, Les discontinuités hivernales les après-midis 50% , ii) pour la m saison : Les discontinuités de mi saison le matin 73%, Les discontinuités de mi saison à midi 77%, Les discontinuités de mi saison l'après midi 77%, iii) pour la saison d'été : Les discontinuités estivales le matin 80%, Les discontinuités estivales à midi 80%, Les discontinuités estivales l'après-midis 80%.

Nous avons fait par la suite fait correspondre pour chaque cas d'ambiances les résultats des discontinuités et nous avons obtenus pour le cas de l'ambiance sonore nous avons obtenu 04 catégories : i) Discontinuité de L'orientation/ la direction, ii) Discontinuité de la Frontière sonore/le Son direct/le Son utile, iii) Discontinuité du Son masqué /l'Echo, iv) Discontinuité de la Réfraction /La diffraction/La transmission parasite.

Pour le cas de l'ambiance thermique, nous avons obtenu 02 Catégories qui sont : i) Toutes les discontinuités des températures caractérisant toutes les périodes de l'hiver, et la discontinuité de mi saison pour la période de la matinée, ii) les périodes de la journée d'été et la période de midi et de l'après-midi de la mi- saison.

Nous avons par la suite et en fonction de la définition de la topologie en mathématique fait correspondre les résultats d'abord de chaque deux types d'ambiance ensemble, ensuite des trois types d'ambiances ensemble afin de constituer des cartes et puis des atlas, et grâce à cette correspondance nous avons pu obtenir les topologies combinées et les topologies globales.

Pour la correspondance entre l'ambiance lumineuse et sonore, nous avons obtenu deux catégories : i) la présence des discontinuités lumineuse de la taille la forme et la position de la baie, renvoie à la présence des discontinuités sonores du son direct, utile, et masqué ; i) la présence des discontinuités lumineuses de position et type d'éclairage, renvoie à la présence de discontinuités sonore de réverbération, direction, et orientation.

Nous avons pu grâce à la simulation faire une lecture sur le volet quantitatif des différentes ambiances d'abord pour l'ambiance lumineuse et nous avons pu dégager : i) Les musées avec des valeurs d'éclairage aux normes (avec des sensibilités variés), ii) Des musées aux valeurs d'éclairage supérieures aux normes, iii) Des musées aux valeurs d'éclairage inférieures aux normes.

Pour le cas de l'ambiance sonore : i) des musées dont la courbe sonore est équilibrée, ii) des musées dont la courbe sonore est croissante, iii) des musées dont la courbe sonore est décroissante.

Pour le cas de l'ambiance thermique nous avons répartis les musées en trois catégories, i) ceux dont le confort est inférieur à 50%, ceux dont le confort est supérieur à 50%, et ceux dont le confort est égal à 50%.

Pour la correspondance entre l'ambiance lumineuse et thermique, nous avons obtenu deux catégories : i) la présence des discontinuités lumineuse de la taille, la forme et l'orientation de la baie, correspondent à une présence des discontinuités thermique suivantes : E. M/E.MI/E.AM/MI.S.AM, ii) l'absence de la discontinuité de la proportion de la baie renvoie à une présence des discontinuités thermiques M.S. MI/M.S.M/H.M/H.MI/H.AM.

Pour la correspondance entre l'ambiance sonore et l'ambiance thermique, nous avons remarqué deux catégories : i) la présence des discontinuités sonores du son direct, son utile, l'écho, et la frontière sonore. L'absence des discontinuités de direction, de transmission parasite et de réfraction, reviendrait à une présence des discontinuités thermiques de E. M/E.MI/E.AM/MI.S.AM, ii) la présence des discontinuités sonores du son masqué avec une absence des discontinuités d'orientation et de réverbération, renvoi à la présence des discontinuités thermiques de H. M/H.MI/H.AM / M.S.MI/M.S.M.

Nous avons par la suite fait correspondre toutes les ambiances et on a eu trois catégories : i) la présence des discontinuités lumineuses de taille, type d'éclairage, forme et orientation de la baie, correspondent à la présence des discontinuités de l'écho, du son masqué, du son direct, et de la frontière sonore, qui correspondent aussi à une présence des discontinuités thermiques de la saison estival et de la mi saison l'après-midi, ii) l'absence des discontinuités lumineuses de la position et de la proportion de la baie renvoient à une absence aussi des discontinuités sonores d'orientation de direction et de réverbération, qui correspondent à une présence des discontinuités thermique en hivern et en mi saison matin et midi, iii) l'inverse de la catégorie précédente.

Nous avons pu grâce aux relations de la géométrie différentielle mathématique ; créer des cartes et des atlas topologiques, en se basant sur les résultats obtenus dans les chapitres précédents, le rôle de ces cartes et atlas est de parvenir à expliquer les discontinuités ambiantale dans l'espace par la topologie mathématique non euclidienne qui est souvent expliquée par la géométrie différentielle.

Nous signalant que comme dans chaque recherche il y'a des limites, dans notre cas, les limites atteintes sont répertoriées comme suit :

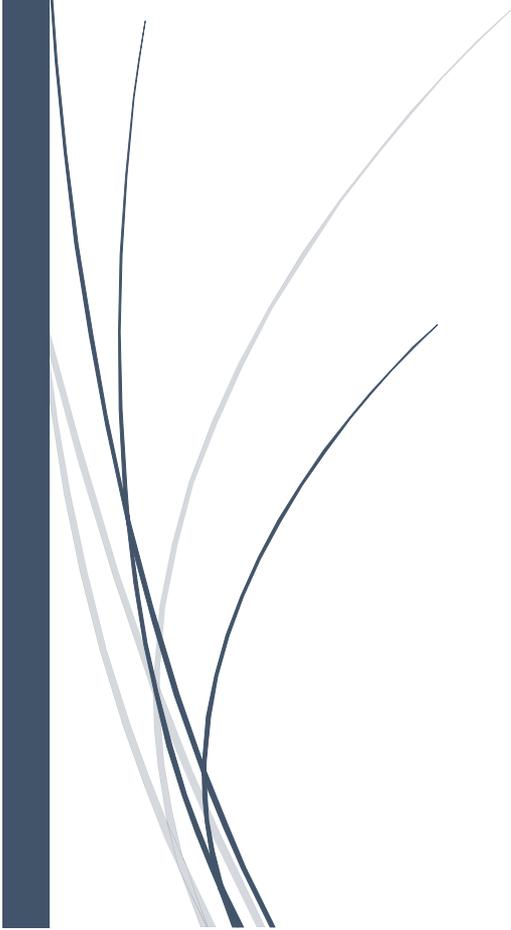
- Il est à remarquer, que pour la topologie lumineuse le recours à la simulation peut compléter ou confirmer les topologies lumineuses résultantes, cependant pour le cas des ambiances invisibles le recours à la simulation est plus que nécessaire, car il permet leurs visualisations et les rends plus palpables.
- Dans notre travail, la simulation était d'une grande importance (vue que le travail avait été réaliser sur des exemples livresques), elle nous a permis de rendre les topologies plus visibles, de les calculer et de déceler leurs limites dans la conformation, cependant la simulation seule ne peut pas remplacer l'analyse in situ qui peut être accompagnée par des mesures, ce qui rend les résultats beaucoup plus exacts.
- Nous avons tenté dès le début de notre recherche de collecter des récits d'architectes liés aux autres types d'ambiance dans les musées en question, nous n'avons pas trouvé de textes décrivant le sonore ou la thermique, même en contactant les bureaux d'architecture, du coup, l'analyse de contenu effectuée dans la première poste graduation, sur la lumière, ne sera pas généralisée pour les autres ambiances.
- La présente recherche prendra en charge l'ambiance lumineuse, sonore et thermique.

Enfin, nous avons pu grâce à cette recherche confirmer nos hypothèses, répondant ainsi à la problématique, cette recherche nous permettra d'explorer de nouveaux horizons dans les champs de la recherche scientifique, dans le but de peaufiner et d'approfondir et améliorer nos acquis nous proposons pour les recherches futures :

- Créer grâce à la programmation informatique une interface qui permettra en introduisant des données de musées similaires d'obtenir les types de topologies existantes dans les musées en question.
- En analysant les discours d'architecte et en le faisant correspondre à nos résultats nous pouvons trouver des qualificatifs aux topologies résultantes.
- Faire correspondre les résultats quantitatifs de la simulation avec une campagne de mesure in situ afin de confirmer les topologies.



# BIBLIOGRAPHIE



**Alan D. (1996).** Beams of light: Looking at architecture Mann, Journal of American Culture; Spring 1996; 19, 1; ProQuest Central pg. 1-5.

**Alexander C. (1967).** Notes on the Synthesis of Form; Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1967.

**Alien. W. (2001).** Musées, Tome 1 & 2, Collection le Moniteur.

**Allaire G, Aubry S, Bonnetier E et Jouve F. (1998).**« Optimisation Topologique de Structures par Homogenisation » [archive].

**Allan. J. (2008).** LIGHT, AIR AND OPENNESS - MODERN ARCHITECTURE BETWEEN THE WARS the Architectural Review; Dec 2008; 224, 1342; ProQuest pg. 94.

**Allderdice J. (2011).** THE RED LANTERN The Canadian Architect; Jun 2011; 56, 6; ProQuest pg. 24.

**Alnoah AT. (1991).** Building shadows: Courtyards and daylight in hot-arid regions with special reference to Iraq Ph.D. University of Pennsylvania, 1991.

**Alomar M A. (2000).** History, Theory and Belief: A Conceptual Study of The Traditional Mosque in Islamic Architecture A Thesis in History of Architectural Ideas, 2000.

**Amphoux P. (2002).** L'observation récurrente. In : M. (éd.) Jolé, (Ed.). Espaces publics et cultures urbaines Paris : CERTU Institut d'Urbanisme de Paris. p. 271-283.

**Anay H. (2009).** analysis and evaluation of the design process of Mario Botta's single-family house in Breganzona, Journal of Engineering and Architecture Faculty of Eskişehir Osmangazi University, Vol: XXII, No:1.

**Ander Gregg D. (1995).** Daylighting: performance and design New York: Van Nostrand Reinhold.

**Anderson G M L. (1986).** Bruce Goff: The Luminous Environment in Selected Residential Designs (Lighting, Interiors) ProQuest Dissertations and Theses; 1986; ProQuest Dissertations & Theses Global: The Arts pg.

**Anderson LD. (2009).** The Architecture of Light: Color and Cathedral as Rhetorical Ductus in the Middle English Pearl, A dissertation submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy Department of English New York University September 2009.

- Ando T. (1993).** An Architect Who Disdains Comfort Hiroshi, Watanabe Japan Quarterly; Oct 1, 1993; 40, 4; Periodicals Archive Online pg. 426
- Ando T. (1997).** The Colors of Light Glassman, Paul Library Journal; Mar 1, 1997; 122, 4; ProQuest pg. 74.
- Ando T. (2000).** A Critical Regionalist Shukla, Raman Architecture Plus Design; Nov 1, 2000; 17, 6; Periodicals Archive Online pg. 40
- Ando T. (2003).** Architect & Associates and Gensler / Sterling and Francine ... Mandell, Julia Architecture; Jun 2003; 92, 6; ProQuest pg. 37.
- Anonymous. (2005).** Is the rise of coloured light in architecture good design or a bad gimmick? Architectural Lighting; Jan/Feb 2005; 19, 1; ProQuest pg. 56
- Antoniades A C. (1990).** Poetics of Architecture, Theory of design, Van Nostrand Reinhold EDITION, New York.
- Apothéloz D, Bähler U, Schulz A. (1996).** ANALYSER LE MUSEE Actes du colloque international organisé par l'Association Suisse de Sémiotique (ASS/SGS), Lausanne 21-22 avril 1995, Travaux du Centre de Recherches Sémiologiques N°64 — Août 1996.
- Arnheim R. (1976).** La pensée visuelle, Flammarion, (Visual thinking, University of California Press, 1969).
- Augoyard J F. (1998).** Eléments pour une théorie des ambiances architecturales et urbaines. Les Cahiers de la Recherche Architecturale. Automne 1998, n° 42/43, pp 7-23
- Baek J. (2004).** The sublime and the Azuma House by Tadao Ando revue theory arq . vol 8 . no 2 . 2004 p149-157
- Baeza A C. (1999).** Works and Projects, Editorial Gustavo Gill ,SA,Barcelona.
- Baeza A C. (2001).** Light is more, Manuel Blanco.
- Bairstow A. (2008).** The Oxford Conference, A re-evaluation of education in Architecture, Cambridge Edition.
- Baker N, Franchiotti A, Steemers K. (1993).** Daylight in architecture- A European Reference Book. Ed. James & James, London.
- Baker N, Steemers K. (2002).** *Daylight design of buildings*. Ed. James & James (science publishers) Ltd, 35-37 William Road, London, NW1 3ER, UK.

**Balez S. (2001).** Ambiances olfactives dans l'espace construit : perception des usagers et dispositifs techniques et architecturaux pour la maîtrise des ambiances olfactives dans des espaces de type tertiaire.

**Ballé C. (2003).** Musées, changement et organisation. In : Culture & Musées, n°2, 2003. Musées et organisation (sous la direction de Catherine Ballé) pp. 17-33.doi : 10.3406/pumus.2003.1176, [http://www.persee.fr/doc/pumus\\_1766-2923\\_2003\\_num\\_2\\_1\\_1176](http://www.persee.fr/doc/pumus_1766-2923_2003_num_2_1_1176).

**Battesti V. (2009).** Ambiances sonores du Caire : Proposer une anthropologie des environnements sonores. Les Cahiers du GERHICO, Université de Poitiers, 2009, 2009 (13, Accords et à cris, Études pluridisciplinaires sur la sonorité (Journée d'études, Poitiers, déc.), pp.35-49.

**Bayón Juan I. (2013).** Museología y Museografía, Curso 2012/2013.

**Belakehal A. (2007).** Etude des aspects qualitatifs de l'éclairage naturel dans les espaces architecturaux. Cas des milieux arides à climat chaud et sec. Thèse de DOCTORAT en Architecture.

**Belakehal A. Tabet aoul K. Bennadji a. (2004).** Sunlighting and daylighting strategies in the traditional urban spaces and buildings of the hot arid regions, science direct.

**Belmaaziz M. (2003).** Les ambiances thermo-aérauliques dans les atriums linéaires. Contribution à la constitution de règles expertes utilisables dans la conception du projet, Thèse de Doctorat Discipline : Mécanique, Thermique et Génie Civil, Le 05 Mars 2003

**Benoist L. (1971).** Musée et muséologie, Que Sais-Je ? édition PUF.

**Bergson H. (1911).** L'Évolution créatrice, Paris, Félix Alcan, coll. «Bibliothèque de philosophie contemporaine».

**Bergson, H. (1910).** Time and Free Will, F.L. Pogson (trans.) ; George Allen & Unwin Ltd., London.

**Berkouk Dj, Mazouz S. (2017).** Étude numérique de l'effet des dispositifs d'ombrage horizontaux sur la performance thermique des logements promotionnels : cas d'El-Alia-Biskra, journal of applied engineering science & technology (2017) 3(1) : 21-27.

**Biron K. (2008).** Dynamique Forme/Lumière Exploration du processus de création de l'espace architectural par modèles maquettes/images, NOVEMBRE 2008.

**Bitz D H. (1992).** Architettura Lodoliana: Topical mathematics as architecture, Emory University, 1992

**Bodart M. (2005).** *Architecture et Climat : La fenêtre, source de lumière et de chaleur*. FNRS Novembre 2005.

**Bonnefoy B. (1999)** Triquet Valérie. Les odeurs de la ville. In : Villes en parallèle, n°28-29, décembre 1999. Ville et environnement. Approche psychosociologique. pp. 124-139 ; doi : <https://doi.org/10.3406/vilpa.1999.1276>  
[https://www.persee.fr/doc/vilpa\\_0242-2794\\_1999\\_num\\_28\\_1\\_1276](https://www.persee.fr/doc/vilpa_0242-2794_1999_num_28_1_1276)

**Bonnet G. (2005).** Rayons sonores et ondes de lumière ? publié sur <http://culturesciencesphysique.ens-lyon.fr/ressource/RaySon.xml> le 18/04/2005 consulté 22/08/2015

**Borie A, Denniel F. (1985).** Méthode d'analyse morphologique des tissus urbains traditionnels.

**Borie A, Micheloni P, Pinon P. (1980).** Forme et déformation (des objets architecturaux et urbains), école nationale supérieure des beaux-arts, Paris.

**Boubezari M, Bento Coelho J. (2004).** Ambiance et espaces sonores, espace et société n°115, Ed Harmattan.

**Bouchard N. (2013).** Le théâtre de la mémoire olfactive Le pouvoir des odeurs à modéliser notre perception spatiotemporelle de l'environnement, Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures en vue de l'obtention du grade de M. Sc. Aménagement option Aménagement, janvier 2013

**Bouchier M. (2002).** Lumière –textes rassemblés par Martine Bouchier –collection Art des lieux, Edition OUSIA 2002.

**Boudier A. Guibert E. (2006).** Cours d'acoustique, techniciens supérieurs son 1<sup>ère</sup> année.

**Boudier E. (2006).** Cours d'Acoustique, Techniciens Supérieurs Son, 1<sup>ère</sup> année, école de Marseille.

**Boudon P. (1971).** *Sur l'espace architectural : essai d'épistémologie de l'architecture*, Paris, Dunod éditeur Bordas, coll. « Aspects de l'urbanisme », 1971 (ISBN 2-04-000446-7).

**Bouhidel N E H. (2015).** La conception de la baie et la gestion des paramètres conflictuels, Magistère en architecture, Option : Architecture, formes, ambiances et développement durable, Soutenue publiquement le 28 juin 2015.

**Brayer L. (2016).** « Filmer l'ambiance urbaine : Les dispositifs vidéographiques à l'œuvre chez William H. Whyte dans La vie sociale des petits espaces urbains », Ambiances [En ligne], Représentation - Traduction - Ecriture, mis en ligne le 13 mai 2013, consulté le 09 mars 2016. URL: <http://ambiances.revues.org/335>.

**Brignell C J. (2007).** Shape Analysis and Statistical Modelling in Brain Imaging Thesis submitted to the University of Nottingham for the degree of Doctor of Philosophy March 2007.

**Buffi J P. (2004).** musée-national-de-préhistoire-des-eyzie, <http://www.buffi-associes.com/les-projets/equipements-publics/2-2004-musee-national-de-prehistoire-des-eyzies.html>.

**Burry J, Burry M. (2010).** The New Mathematics of Architecture, British Library Cataloguing-In-Publication Data A Catalogue Record for This book is available from the British Library, Isbn 978-0-500-34264-0, 2010;

**Camous R. (1979).** Watson Donald, L'habitat Bioclimatique : de la conception à la construction, édition l'Étincelle, Montréal, Canada, 1979.

**Cance C, Delepaut G, Morgane S, Dubois D. (2009).** Le sentir et le dire, concepts et méthodes en psychologie et linguistique cognitives, sous la direction de Danièle Dubois, chapitre 11 : des adjectifs construits pour qualifier le monde, Ed l'Harmattan, 2009.p279 p308.

**Candau J. (2009).** Intersensorialité humaine et cognition sociale, pp. 25-36, fait partie d'un numéro thématique : Langages des sens [Numéro dirigé par Marie-Luce Gélard et Olivier Sirost].

**Candau J. (2010).** Intersensorialité humaine et cognition sociale, Année 2010, numéro thématique :86 Langages des sens , pp. 25-36

**Canter D V. (1977).** The psychology of place, ed by Architectural Press, Psychology.

**Carranza. L E. (2005).** Mario Botta: light and gravity: architecture, 1993-2003 Choice; May 2005; 42, 9; ProQuest Central pg. 1579.

**Cassirer E. (1929).** The Philosophy of Symbolic Forms, vol. III: Phenomenology of Knowledge, Ralph Manheim (trans.); Yale University Press, New Haven, Connecticut, 1957.

**Cassirer's E. (1975).** Essai sur l'homme, trad. Norbert Massa, Paris, Minuit, 1975.

**Chagas M. (1985).** Mémoire du séminaire « architecture et environnement physique » -1985.

**Charel J, Mortet J. (2007).** Une étude du musée juif de Berlin de Daniel Libeskind, journal le monde, le 07/03/2007.

**Chemetov P. (2014).** La Grande Galerie De L'évolution A 20 Ans, dossier de presse automne 2014.

**Chergui F. (2005).** Méthodologie D'évaluation D'un Projet D'aménagement Durable D'un Quartier Méthode Adéquate, Thèse Pour L'obtention Du Grade De Docteur De L'université De La Rochelle Discipline : Génie Civil 14 Décembre 2005.

**Chernyshov E. (2008).** Light, Dark, and all That's in Between: Revisiting the Role of Light in Architecture, A thesis presented to the University of Waterloo in fulfilment of the thesis requirement for the degree of Master of Architecture, Waterloo, Ontario, Canada, 2008.

**Cherrat H, Ikni K. (2014).** Etude comparative des ambiances architecturales entre l'espace conçu et l'espace vécu, mémoire de master Architecture, ville et territoire.

**Cheung A C S. (2005).** Sonic Architecture: A Modulator of Sound and Space, A thesis submitted to The Faculty of Graduate Studies and Research in partial fulfilment of the requirements for the degree of Professional Masters of Architecture School of Architecture Carleton University Ottawa, Ontario.

**Cheung A C S. (2005).** Sonic Architecture: A Modulator of Sound and Space, A thesis submitted to The Faculty of Graduate Studies and Research in partial fulfilment of the requirements for the degree of Professional Masters of Architecture School of Architecture Carleton University Ottawa, Ontario.

**Chiara S. (2009).** Perception et conception en architecture non-standard, Une approche expérimentale pour l'étude des processus de conception spatiale des formes complexes, thèse pour obtenir le grade de docteur de l'université Montpellier II, juin 2009.

**Chtara. C (2016),** La mémoire ambiante de l'espace sonore des Souks de la médina de Tunis à travers les textes du XIXe s, Tentative de rétrospective ambiante, 3ème congrès international « Ambiances, Demain », 21-24 sept. 2016, Volos (Grèce)

**Cilento K. (2012).** "Sammlung Goetz Munich / Herzog & de Meuron" 27 Feb 2012. ArchDaily. Accessed 11 Dec 2018. <<https://www.archdaily.com/211932/sammlung-goetz-munich-herzog-de-meuron/>> ISSN 0719-8884.

**Clark P B. (1996).** A Topical Analysis Op Personal Hygiene in Ludwig Mies Van der Rohe's House Building as A Prolegomena to The Study Op Pragmatic Building, Presented to The Faculties of The University of Pennsylvania in Partial Fulfilment of The Requirements for The Degree of Doctor of Philosophy,1996.

**Cohen P S. (2001).** monograph Contested Symmetries, The Architecture and Writings of Preston Scott Cohen, Princeton Architectural Press.

**Colin R. (1976).** *the Mathematics of the Ideal Villa and Other Essays*, MIT Press.

**Collier J G, Thorne J R. (1996).** Convective Boiling and Condensation 3rd edition ,Oxford University Press, ISBN 978-0-19-856296-2.

**Collier J G. (1972).** Convective Boiling and Condensation, ed by McGraw-Hill, London.

**Comeau É. (2005).** Les Facteurs De Satisfaction Au Travail Chez Les Guides Du Musée Canadien Des Civilisations, Mémoire Présenté À L'université Du Québec À Trois-Rivières Comme Exigence Partielle De La Maîtrise En Loisir, Culture Et Tourisme, Université Du Québec, Décembre 2005.

**Commission Internationale D'éclairage. (1986).** *Guide on interior Lighting.* Second Edition, CIE n° 29-2, Viena/Austria.

**Corbel, C. (2003).** « L'intégration du sonore au musée », Cahiers d'ethnomusicologie [En ligne], 16 | 2003, mis en ligne le 16 janvier 2012, consulté le 02 juin 2018. URL : <http://journals.openedition.org/ethnomusicologie/571>

**Corcuff M P. (2007).** Penser l'espace et les formes, Thèse de doctorat en géographie, le 26 novembre à l'Université de Rennes 2. <https://tel.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/204573/filename/theseorcuff.pdf>.

**Cousin J. (1980).** L'Espace Vivant. Introduction à l'Espace Architectural Premier. Ed. Le Moniteur, Paris.

**Croegaert A. (1993).** La lumière structure l'espace mémoire de maîtrise UCL, Marcinelle.

**Cullen G. (1961).** Townscape. Reinhold Pub. Corp.

**Cuttle C. (2007).** Lights for Art's Sake: Lighting for Artworks and Museum Displays, First edition.

**D' Alba A. (2012).** Analysing Visitors' Discourse, Attitudes, Perceptions, and Knowledge Acquisition in an Art Museum Tour After Using a 3D Virtual Environment, doctorat thesis, university of north Texas.

**Daniel S. (2014).** La grande galerie de l'évolution a 20 ans, dossier de presse automne 2014.

**Daoudi N S. (2013).** Bilan et perspectives de la démarche interdisciplinaire appliquée à la caractérisation des ambiances et leur rapport au vécu Cas d'un édifice à atrium colonial d'Alger, 26 Février 2013.

**Davallon J. (1992).** Le musée est-il vraiment un média ? In : Publics et Musées, n°2, 1992. Regards sur l'évolution des musées (sous la direction de Jean Davallon) pp. 99-

123.doi : 10.3406/pumus.1992.1017, [http://www.persee.fr/doc/pumus\\_1164-5385\\_1992\\_num\\_2\\_1\\_1017](http://www.persee.fr/doc/pumus_1164-5385_1992_num_2_1_1017).

**David L. (1995).** New Modern Art Museum by the Bay Wall Street Journal (1923 - Current file); Jan 18, 1995; ProQuest Historical Newspapers: The Wall Street Journal pg. A12

**De Wolfe I. (1975).** The Italian Townscape, ed Architectural press.

**Defreville B. (2005).** CARACTÉRISATION DE LA QUALITÉ SONORE DE L'ENVIRONNEMENT URBAIN : UNE APPROCHE PHYSIQUE ET PERCEPTIVE BASÉE SUR L'IDENTIFICATION DES SOURCES SONORES. Acoustique [physics.class-ph]. Université de Cergy Pontoise, 2005. Français.

**Deger O K, Deger A.H. ( 2012 ).** An application of mathematical tessellation method in interior designing, Procedia - Social and Behavioural Sciences 51 (2012) 249 – 256 ARTSEDU 2012.

**Deitz P. (1988).** A Wren Restoration Illuminates the Uses of Light: Architecture View Illuminating the Uses of Light New York Times (1923-Current File); Aug 14, 1988; ProQuest Historical Newspapers: The New York Times with Index pg. H30.

**Demers C. (1998).** Qualities of light and space: Contrast as a global integrator. *Actes du 1st CIE Symposium on Lighting Quality*, 9-10/05/1998, Ottawa.

**Denis R R. (1997).** An exploratory study of museums devoted exclusively to contemporary art through an examination of "the new museum of contemporary art" and "musée d'art contemporain de Montréal" Submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in the School of Education New York University 1997.

**Déotte J L. (2008).** « Le musée, un appareil universel », Revue Appareil [En ligne], Articles, Mis à jour le mars 2008 URL : <http://revues.mshparisnord.org/appareil/index.php?id=302>.

**Derghazarian A. (2011).** Les Méthodes D'évaluation Du Bâtiment Et Du Cadre Bâti Durable, Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de maîtrise en environnement (M. Env.) de l'Université de Sherbrooke, Le 12 août 2011.

**Desarnaulds V. (2002).** De L'acoustique Des Eglises En Suisse - Une Approche Pluridisciplinaire, Thèse No 2597 (2002) école polytechnique fédérale de Lausanne, présentée à la faculté environnement naturel, architectural et construit, pour l'obtention du grade de docteur ès sciences dans le domaine de l'architecture.

**Desclés J P. (2011).** Formes Opératoires Et Topologiques En Linguistique, Math. Sci. Hum / Mathematics and Social Sciences (49e année, n° 193, 2011(1), p. 99-117).

**Donoff E. (2007).** Light, Space, and Architecture: SANNA'S ARCHITECTURAL EXPLORATIONS WITH LIGHT Architectural Lighting; Jan/Feb 2007; 21, 1; ProQuest pg. 36.

**Dubois M C. (2001).** Impact of solar shading devices on daylight quality, Lund University.

**Dubois M C. (2006).** Confort Et Diversité Des Ambiances Lumineuses En Architecture L'influence De L'éclairage Naturel sur les occupants. Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures de l'Université Laval dans le cadre du programme de maîtrise En Sciences De L'architecture Pour L'obtention Du Grade De Maître Es Sciences (M.Se.) Octobre 2006.

**Eisenman P. (2000).** Diagram Diaries, Universe Publishing.

**Ellen P. (1987).** Swiss Architect at MOMA Wall Street Journal (1923 - Current file); Jan 23, 1987; ProQuest Historical Newspapers: The Wall Street Journal pg. 21.

**Eng T V. (2003).** Sustainable Building Museum for Washington, D.C. Master of Architecture, Fall.

**Ezrati J J. (1998).** *Éclairage*, direction des musées de France, 1998.

**Ezrati JJ (2002).** Théorie, technique et technologie de l'éclairage muséographique (Broché), édition : Actualité de la scénographie (1 décembre 2002).

**Ezrati J J. (2004).** Jean Jacques Ezrati, l'éclairage muséographique La lettre de l'OCIM n°95, 2004.

**Faires M. (2009).** DE ZEEN Newsletters, MAXXI Museo nazionale delle arti del XXI secolo - via Guido Reni, 2f 00196 Roma

**Faires N D. (2007).** This Is Not a museum: The Guggenheim Museum Bilbao, A dissertation submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in Basque Studies, University of Nevada, Reno, December, 2007.

**Fathy H. (1990).** *Natural Energy and Vernacular Architecture. Principles and Examples with Reference to Hot Arid Climates.* The University of Chicago Press, Chicago and London.

**Félix Faure O. (1994).** Musée de Grenoble : Olivier Félix-Faure, de Groupe 6, associé à Antoine Félix-Faure & Philippe Macary, architectes RTF.

**Fernande S M. (1994).** Variable visuelle –Fernande Saint Martin sémiologie du langage visuel, prix de l'université du Québec, Ed MONT.

**Flynn J E, al. (1979).** A guide to methodology procedures for measuring subjective impressions in lighting. *Journal of Illuminating Engineering Society*, Vol. 8.

**Fontoyront M. (1999).** *Daylight Performance of Buildings*. James and James,

**Foulon P J. (2001).** Architecture et musée, L'esprit des choses, La renaissance du livre, Tournai (Belgique), mars.

**Fournier A. (2013).** Museum Architecture: Its Impact on Art Museums in the United States and the Public Experience, A thesis submitted in conformity with the requirements for the Master's Degree in Art Business Sotheby's Institute of Art 2013

**Fradin D. (2004).** Modélisation et simulation d'éclairage à base topologique : application aux environnements architecturaux complexes. Thèse pour l'obtention du grade de Docteur de l'Université de Poitiers.

**Freches J. (2008).** Les musées de France, notes et études documentaires n° 4539-4540, la documentation française.

**Freydefont M. (1994).** *L'exposition exposée, ou la présentation des œuvres comme nouvelle représentation*, article de la revue Actualité de la scénographie, revue n° 68, Avril 1994.

**Galvin T. (1990).** GRAVITY AND LIGHT :looking through the architecture of jean Cocteau, School of Architecture McGill University, Montreal, September 28th, 1990.

**Garry S. (1990).** The reasoning architect mathematics and science in design Graw hill, international, edition Singapore.

**Garry T. (1981).** The museum Environment, (in association with: The international Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, Published 1978.

**Gaudin H. (1991).** Dans L'Architecture d'Aujourd'hui, N°274, pp. 94-99.

**Gharsallah S (2008),** le rôle de l'espace dans le musée et dans l'exposition : analyse du processus communicationnel et signifiant thèse présentée en cotutelle comme exigence partielle du doctorat en muséologie, médiation, patrimoine (université du Québec à Montréal) et du doctorat en communication (option muséologie) (université d'Avignon et des pays de Vaucluse) 27 juin 2008.

**Ghiglion R, Richar J F (1999).** Cours de psychologie, I 6 D, Paris 8.

**Giasson F. (2004).** Le musée comme cathédrale de la postmodernité, Thèse présentée à la Faculté des études supérieures en vue de l'obtention du grade de Philosophie Doctorat (PhD.) en sociologie, Université de Montréal, avril 2004.

**Gilabert González L M. (2008).** El Centro Cultural museo hidráulico Los molinos del río Segura : un testimonio de l'histoire de murcia1, IMAfRoNTE N° 19-20 – 2008. Págs. 127-144.

**Gillis C. (1992).** Le dimensionnement comme outil de composition, exposé « Théorie d'atelier » ISA, 1992.

**Gladstone M E. (2012).** Sensing the Museum: Contests of Experience with Contemporary Art, Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements for the Degree Doctor of Philosophy Supervised by Professor Janet Catherine Berlo University of Rochester Rochester, New York 2012.

**Glancey J. (2005).** Culture: Spirit in the skylight: Mario Botta designs buildings to worship in - no matter if you are Christian, Jewish or Muslim.

**Goldberger P. (1986).** Mario Botta Exemplifies 'Less Is More': Mario Botta Exemplifies 'Less Is More' By New York Times (1923-Current file); Nov 21, 1986; ProQuest Historical Newspapers: The New York Times with Index pg.

**Goldberger P. (1996).** For San Francisco, a New Art Museum with Its Own Signature: A tower ... By Special to The New York Times New York Times (1923-Current file); Sep 13, 1990; ProQuest Historical Newspapers: The New York Times with Index pg.

**Gordon.T B. (1999).** The Architecture of a Phenomenon, a thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree, master of architecture, Houston, Texas. April, 1999.

**Gössel, Peter, Leuthäuser, Gabriele. (2001).** *L'Architecture du XXe siècle*, Cologne, Taschen p.381-389.

**Goulette J P. (1992).** Sémantique formelle de l'espace. Une application au raisonnement spatial qualitatif en architecture, *Intellectica*, 1999/2, 29, pp. 9-34.

**Grégoire O, Kumbaro A. (2013).** Introduction aux modèles industriels pour les écoulements liquide-gaz, Laboratoire d'Etude de la Thermique des Réacteurs, Cours diphasique industriel, Université PARIS VI,2013.

**Gregory R. (2008).** 100 bâtiments majeurs du XXIe siècle, Plans, coupes et élévations, Ed Le Moniteur.

**Guiseppe D C. (2001).** Architecture and science, published by Wiley academy, Great Britain.

**Guite M, Lachapelle J. (2008).** Esquisse des thèmes de l'architecture virtuelle et leurs liens avec la modernité, *Trames* n°15 – Architecture et modernité Faculté de l'aménagement, Ecole d'architecture, Université de Montréal.

**Guzowski M. (2000).** *Daylighting for Sustainable Design*. Ed. McGraw Hill, New York.

**Habell M. (2008).** The Light Revolution - Health Architecture and the Sun the Journal of the Royal Society for the Promotion of Health; May 2008; 128, 3; ProQuest pg. 144.

**Hadid Z. (1995).** EL CROQUIS 1992- 1995, Editoria incluido Madrid 1995.

**Halin G. (2004).** Modèles et outils pour l'assistance à la conception Application à la conception architecturale, Habilitation à Diriger des Recherches en Informatique Mai 2004

**Hamayon L. (2014).** Comprendre Simplement L'acoustique Des Bâtiments, Comprendre simplement .

**Hanger. (2005).** Architectural Record, janvier 2005. Technique & Architecture, n°473, paris, 2004.

**Harizi A, Mahfoudi E, Gahmousse A. (2008).** Simulation 3D de l'écoulement et de l'échange de chaleur dans un canal de refroidissement, Revue des Energies Renouvelables CISM'08 Oum El Bouaghi (2008) 153 – 164

**Hartoonian G, Utomo N. (2012).** Topology in the Architecture of Alvar Aalto Working papers - Alvar Aalto Researchers' Network March 12th – 14th 2012, Seinäjoki and Jyväskylä, Finland

**Hathaway W E. (1995).** Effects of school lighting on physical development and school performance, journal of educational research.

**Hecht E. (1996).** He provides a refuge from chaos The Jerusalem Post (1950-1988); Jan 31, 1996; ProQuest Historical Newspapers: The Jerusalem Post pg. 7

**Hégron G, Torgue H. (2006).** Ambiances architecturales et urbaines. De l'environnement urbain à la ville sensible. Coutard, Olivier and Lévy, Jean-Pierre. Ecologies urbaines : Etat des savoirs et perspectives, Economica - Anthropos, pp.184-198, 2006.

**Heinzmann G. (1997).** Raisonement mathématique et art, philosophia scientiae, tome 2, n°1, p 131-145.

**Herde A D, Reiter S. (2004).** L'éclairage naturel des bâtiments.

**Heredia J M. (2008).** The Work of Max Cetto Restorations of Topography and Disciplinarity in Twentieth Century Modern Architecture, Presented to the Faculties of the University of Pennsylvania in Partial Fulfilment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy 2008.

**Hergué. (2009).** *Lightlife 2*, seeing and Feeling Light in Architecture and Design featuring projects, topic: Perception, spring 2009.

**Herrington C. (2002).** Arts of the T E A C H E R' S G U I D E Islamic World, Smithsonian, Freer *Gallery of Art and Arthur M. Sackler Gallery*.

**Hillier B, Hanson J, Graham H. (1987).** 'Ideas are in Things: An Application of the Space Syntax Method to Discovering House Genotypes'; *Environmental and Planning B: Planning and Design*, 1987, p.363-385.

**Hollen S. (1991).** L'architecture d'aujourd'hui, *Lumières de l'espace*, n°274, avril 1991

**Horna S, Damiand G, Meneveaux D, Bertrand Y. (2006).** Reconstruction topologique de complexes architecturaux à partir de plans numériques, Groupe de Travail en Modélisation Géométrique, mars 2006.

**Ibrahim M H. (1997).** A Typology of Building Forms, *J King Saud Univ.*, Vol. 9, Arch. & Planning, pp. 1-30.

**Imperiale A. (2000).** *New Flatness: Surface Tension in Digital Architecture*, Birkhauser, Publishers for Architecture, Basel; Boston, Berlin.

**Jeanneret E P. (2003).** Langage et contexte géographique de la maison et architecture des territoires, thèse de doctorat, université polytechnique de Cartagena, Mars.

**Johnson R P. (2012).** *The Bechtler Museum of Modern Art: The Architecture and Discourse of a Single-Donor Modern Art Museum*, A Thesis Submitted to The Faculty of The University Of North Carolina At Chapel Hill in Partial Fulfilment of The Requirements for the degree of Master of Arts in Art History in the Department of Art. Chapel Hill 2012.

**Jouhaneau J. (2003).** *Acoustique des salles et sonorisation*, Editeur(s) : Tec et Doc - Lavoisier Collection : Acoustique appliquée.

**Judiod P. (2002).** *New forms, Architecture in the 1990 s*, 2002, Gate house, new Canaan, ed Connecticut.

**Junichiro T. (1996).** *Eloge de l'ombre et de lumière*, publication orientaliste, de France 1996.

**Kahn L. I (1996),** *Silence et la Lumière : choix de conférences et d'entretiens, 1955-1974*, Éd Fréminville.

**Kaplan, S. A (1998),** TAU gets first synagogue for 'all Jews' *The Jerusalem Post* (1950-1988); May 19, 1998; ProQuest Historical Newspapers: The Jerusalem Post pg. 5

**Karoui H (2012),** Représentation des ambiances lumineuses et mise en scène des usages dans les grandes demeures de la médina de Tunis, publié dans "Ambiances in action / Ambiances en acte(s) - International Congress on Ambiances, Montréal 2012, Montréal : Canada (2012)", (1704-1815), halshs-00745027, version 1 - 24 Oct 2012

**Kayvan M N. (2007).** Curvilinearity in architecture: emotional effect of curvilinear forms in interior design. MAY 2007.

**Kim I. (2010).** Nicholas of Cusa, Leon Battista Alberti, and the Cult of Light in Fifteenth-Century Italian Renaissance Architecture, Submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in the Graduate School of Arts and Sciences Columbia University 2010.

**Kobeissi L. (2017).** Aldo Rossi's addition to Maastricht in the Netherlands on 08.03.2017.

**Kuller R, Lindsten C. (1992).** health and behavior of children in classrooms with and without. journal of environmental psychology, 12(4),305-317.

**Kunzmann P, Buckard F P. (2008).** Atlas De La Philosophie, Encyclopédie et Atlas Histoire, Philosophie, collection : La Pochothèque, Editeur d'origine: Le Livre de Poche

**Lacaux, J P, Tourre Y M. (2005).** Une approche déterministe, expérimentale et par modélisation, des relations entre le changement climatique et santé. Plan National Santé Environnement : nouvelles perspectives de recherches.

**Lachauer L, Kotnik T. (2010).** Geometry of Structural Form. In: Ceccato C., Hesselgren L., Pauly M., Pottmann H., Wallner J. (eds) Advances in Architectural Geometry 2010. Springer, Vienna: Alien.W, 2001.

**Lam W M C. (1990).** Éclairage et architecture-édition du moniteur.

**Lam W M C. (1996).** Sunlight: As Form gives for architecture (New York: Van Nostrand Reinhold).

**Larousse. (2009).** le petit Larousse (ISBN 978-2-03-584071-4), illustré, CXXIV pages + 1 812 pages, 29 cm.

**Lassance G. (1998).** Analyse du rôle des références dans la conception : éléments pour une dynamique des représentations du projet d'ambiance lumineuse en architecture, thèse de doctorat, université de Nantes.

**Laudenbach F. (2016).** Cours de Topologie Différentielle, <http://www.math.sciences.univ-nantes.fr/~laudenba/>, <http://www.math.sciences.univ-nantes.fr/~laudenba/coursX.pdf> p04

**Laville Y. (2015).** Théorie et pratique du son dans les musées, La Lettre de l'OCIM [En ligne], 159 | 2015, mis en ligne le 01 mai 2016, consulté le 20 janvier 2017.

**Le Corbusier E. J. (1977).** Vers une architecture, Arthaud, Paris, 1977.

**Le Febvre H. (1991).** The Production of Space, translated by Donald Nicholson-Smith, English translation first published 1991 Basil Blackwell Ltd.

**Le Guay M. (2009).** Fondation EFB, Le confort thermique. Les Éditions Parisiennes (EDIPA).

**Lee Y. (2012).** Strategies of Spatialization in the Contemporary Art Museum: A Study of Six Japanese Institutions, A dissertation submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy Institute of Fine Arts New York University May, 2012.

**Lee. J. (2010).** the museum experience in the environment of the Japanese collections the Florida state university, college of visual arts, theatre and dance summer semester, 2010.

**Lefebvre H. (1991).** The Production of Space, Donald Nicholson Smith (trans.); Blackwell, Oxford.

**Lévy Leboyer C. (1980).** *Psychologie et Environnement*. Ed. PUF, Paris.

**Levy S. (2011).** Blaze of glory Canadian Interiors; Jul/Aug 2011; 48, 4; ProQuest pg. 32.

**Libeskind D. (2015).** architecture should not be comforting says Daniel Libeskind, Jessica Mairs | 19 November 2015 dans la revue en ligne De Zeen

**Libeskind D. (2015).** Architecture should not be comforting, interviewd by Jessica Mairs, 19 November 2015, ArchiEXPO review New York,by De Zeen newsletters, NY, USA.

**Licht U. B (2006).** Lighting Design, edition detail ,2006.

**Lu F. (2012).** Mediation and Interpretation: Museum Architecture as Spatial-Storytelling - A Case Study of the Ionic Frieze in Two Parthenon Galleries, Thesis submitted to the University of Nottingham for the degree of Doctor of Philosophy, August 2012.

**Luis Fernández F J. (2010).** Museología y Museografía, Ediciones del Serbal, Barcelona, 2010.

**Lynch K. (1976).** *L'image de la cité*. Paris : Dunod.

- Lynde P, Sylviane M. (1986).** Lumière naturelle et muséographie, Techniques et Architecture [F], n 368, octobre-novembre 1986, p 123-125.
- Lynde P, Mallaroni S. ( 1986).** Lumière naturelle et muséographie Techniques et Architecture, n 368, octobre-novembre ,123-125, ill.
- Mariani Roussset S. (1996).** La méthode des parcours dans les lieux d'exposition, l'espace urbain en méthode, p29-p85.
- Marry S. (2013).** L'espace sonore en milieu urbain », ISBN 978-2-7535-2288-6 Presses universitaires de Rennes, 2013, [www.pur-editions.fr](http://www.pur-editions.fr).
- Martinez L. (2003).** Oyez ! Le son s'expose, Dossier : La musique dans les musées de société.
- Mattiussi L. (2007).**"Valéry et Léonard : le drame d'une rencontre. Genèse de l'Introduction à la méthode de Léonard de Vinci, Christina Vogel (Ed.) (2007) 73-83".
- Meden R P. (2011).** Light colour sound: sensory effects in contemporary architecture Choice; Mar 2011; 48, 7; ProQuest Central pg. 1277.
- Meier, R, Sean S. (1999).** Espace et lumière : conversation avec Michael. Peppiatt, Paris, L'Échoppe.
- Meier. R & Partners. (2011).** "Ara Pacis Museum / " 19 Jan 2011. ArchDaily. Accessed 8 Dec 2018. <<https://www.archdaily.com/104187/ara-pacis-museum-richard-meier-partners/>> ISSN 0719-8884.
- Menis F. (2006).** Topography And Materiality, du 02 février au 19 Mars.
- Meyer M. (2013).** La communication par le son dans les musées et les expositions, revue le son dans les musées. [doc.ocim.fr/LO/LO004/LO4-P.PDF](http://doc.ocim.fr/LO/LO004/LO4-P.PDF) consulté the 13 /06 /2017
- Millet M. (1996).** light revealing Architecture (New York: Van Nostrand Reinhold).
- Millet C. (1997).** L'art contemporain, Dominos Flammarion, Evreux, 1997.
- Minassian H T. (2011).** La réhabilitation thermique des bâtiments anciens à Paris. Comment concilier protection du patrimoine et performance énergétique ? Cybergeog : Revue européenne de géographie / European journal of geography, UMR 8504 Géographie-cités, 2011, pp.1-19. <hal-01094810>.
- Mitchell, C T. (1993).** Redefining Designing: From Form to Experience; Van Nostrand Reinhold, New York, 1993.

- Mitchell, W J. (1994).** «Artifact grammars and architectural invention», in Automation based Creative Design, édité par A. Tzonis et I. White, Elsevier Science B.V., pp. 139-159.
- Moles Abraham A, Rohmer E. (1998).** Psychologie de l'espace, textes rassemblé, mis en forme et présenté par Victor Schwach.
- Moore T, Carter D J, Slater A. (2003).** A qualitative study of occupant-controlled Office lighting. *Lightning Research and Technology*.
- Mourad A. (2003).** Description topologique de l'architecture fibreuse et modélisation mécanique du myocarde, THESE pour obtenir le grade de DOCTEUR DE L'INPG Spécialité : Mathématiques Appliquées le 9 Décembre 2003.
- Mudri L, Lenard J D. (1999).** Measurements and qualification of luminous ambience in daylighting. *Actes de PLEA '99*, Septembre, Melbourne, (6 pages).
- Mudri L. (2000).** A comparative analysis of luminous ambience designed for equivalent functions. *Actes de T.I.A.*, Oxford.
- Mudri L. (1996).** Aide à la conception de l'éclairage naturel dans la phase d'esquisse architecturale et son impact sur l'énergétique du bâtiment, Thèse pour l'obtention du titre de docteur en Energétique, Décembre.
- Mudri L. (1997).** Is luminous ambience in daylighting really created by day-lighting? *Actes de Environmental Justice, Global Ethics for the Twenty First Century*, Octobre, Melbourne.
- Murphy A. (2006).** Special Feature Zaha Hadid in Museums, breaking the mould of our cultural buildings, <https://advisor.museumsandheritage.com/features/zaha-hadid-museums-breaking-mould-cultural-buildings/>.
- Muschamp H. (1995).** An Emporium for Art Rises in the West: ARCHITECTURE VIEW New York Times (1923-Current file); Feb 12, 1995; ProQuest Historical Newspapers: The New York Times with Index pg. H34.
- Narboni R. (2006),** Lumière et ambiances, Éd Moniteur, Paris, 2006.
- Necker L et Détraz C. (1997).** Comme une grande arche de Noé des cultures, p03, journal du musée d'ethnographie de Genève no 19 Juillet - Septembre 1997.
- Norberg-Schulz C. (1997).** Genius loci, Paysage, ambiance, architecture, édition : Mardaga, collection : Architecture, Date de parution : 02/04/1997 (3e édition).
- Nouvel J. (2009).** Yann Kersalé, Hubert Tonka, et Régis Durand, *L'Inattendu muséal selon Jean Nouvel*, Bordeaux, France, Éditions Le Festin, coll. « Librairie de l'architecture et de la ville », 2009, 64 p.(ISBN 978-2-9094-2383-8)

**Nouvel J. (2006).** Présence-absence ou la dématérialisation sélective, propos de Jean nouvel sur son site de l'agence d'architecture <http://www.jeannouvel.com/projets/musee-du-quai-branly/>.

**Novak M. (1990).** Cyberspace: First Steps, edited by Michael Benedict.

**O'Neill R. (2015).** Gothic on the Edge: Light, Levitation and Seismic Culture in the Evolution of Medieval Religious Architecture of the Eastern Mediterranean, Submitted in partial fulfilment of the Requirements for the degree of Doctor of Philosophy in the Graduate School of Arts and Sciences COLUMBIA UNIVERSITY 2015.

**Oberkircher F. (2011),** The Structure of Light, Richard Kelly and the Illumination of Modern Architecture Edited by Dietrich Neumann ISBN# 978-0-300-16370-4 26 April 2011 | LD+A.

**Obrist H U. (2015).** In Conversation with Hans Hollein Journal #66, October 2015 <https://www.e-flux.com/journal/66/60777/in-conversation-with-hans-hollein/>

**Panerai P, Depaule J-C, Demorgon M. (1983).** Analyse Urbaine, édition espagnole Madrid, MAI, 1983.

**Peressut L B. (1999).** Musées architectures 1990-2000, réalisation éditorial, Federico Motta Editore SpA, Milan.

**Perrella S. (1999).** « Hypersurface architecture », AD Architectural Design,5-10. Dossier sur les théories des hypersurfaces de Perrella : <http://www.archicool.com/dossiers/hypersurf.html>,<http://www.mediamatic.nl/Doors/Perrella/Perrella-Doors2-E.html>.

**Phaidon R P. (1996).** Les couleurs des lieux, Press Limited, Italy, 1996.

**Piaget J, Inhelder V. (1972).** La représentation de l'espace chez l'enfant, PUF, 1972.

**Piaget J. (1966),** L'épistémologie de l'espace (études d'épistémologie génétique XVIII), PUF, Paris.

**Piano R. (1997).** Beyeler Foundation Museum 1992-97, Riehen, Switzerland, Renzo Piano Building workshop.

**Pigeon J R. (2013).** Pigeon J.R. (2013), Essai (projet) soumis en vue de l'obtention du grade M.Arch. École d'architecture Université Laval 2013.

**Piombini A. (2013).** « Contexte spatial des ambiances urbaines et usage des lieux », Ambiances [En ligne], Environnement - Modélisation - Caractérisation, mis en ligne le 07 février 2013, consulté le 01 avril 2014. URL : <http://ambiances.revues.org/261>.

**Platel C E. (2007).** Musique imaginaire, écouter, analyser, imaginer, créer, composer de la musique du 21ème siècle, Ed imagimuse.net-C. Platel, les Molières, France.

- Plummer H. (1987).** Poetics of light, Tokyo: a+u (Architecture and Urbanism). December Extra Edition, p. 79. y A & U Publishing in Tokyo .
- Potamianos I. (1996).** light into architecture: evocative aspects of natural light as related to liturgy in byzantine churches, a dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy (Architecture) in The University of Michigan 1996.
- Rahm P. (2005).** Decosterd & Rahm, distorsions: architecture 2000-2005, [Orleans]: HYX, ©2005.
- Rahm P. (2014).** « Constructed Atmospheres », Postmedia books, Paris, France, (ISBN 978-8-87490-124-1).
- Rakatansky M. (1992).**'Spatial Narratives'; Harvard University Architectural Review 8, Rizzoli, New York, 1992, p.102-121.
- Randall T. (2005).** Environmental Design, An introduction for architects and engineers, third edition 2005.
- Reiter S, De Herde A. (2004).** L'éclairage naturel des bâtiments, Louvain, UCL, 2004
- Rhys P. (2006).** The architecture of light Canadian Interiors; Nov/Dec 2006; 43, 6; ProQuest pg. 66.
- Ricciotti R. (1994).** Technique et architecture, n° 384, Mai 1994.
- Riegel, M. (2005).** « Une ancienne chapelle, un pur mensonge, un vague diplôme : ou quand un simple adjectif modalise le rapport de la désignation nominale », Cahiers de lexicologie, 86, p. 105-129.
- Rivallain M. (2013).** Etude De L'aide A La Decision Par Optimisation Multicritère Des Programmes De Réhabilitation Energétique Séquentielle Des Bâtiments Existants, Thèse De Doctorat Présentée Pour L'obtention Du Diplôme De Docteur De L'université Paris-Est, 21 Janvier 2013.
- Roaf S. (2008).** the Oxford Conference, A re-evaluation of education in Architecture, Cambridge edition, 2008.
- Robathan M. (2017).** Peter Zumthor: Exclusive Interview on The Role of Emotions in His Work, His Latest Projects and Those Lacma Renderings By | 06 Feb 2017.
- Sahraoui N. (2006).** L'identité sonore de la Médina de Constantine La qualité acoustique de l'espace urbain, Permanences et changements, mémoire de DEA.

**Saieh. N. (2010).** Multiplicity and Memory: Talking About Architecture with Peter Zumthor 2 November, 2010.

**Sami Mahdi S. (2015).** Formal Characteristics of the Architectural Type of contemporary Mosques within the concept of Topology, *Journal of Engineering*, Volume 21 January 2015.

**Saraiva M. (2001).** L'environnement sensible dans les musées à caractère ethnologique Thèse de doctorat encadré par : J.F. Augoyard.

**Saraoui S, Belakehal A, Attar A, Bennadji A. (2018).** Evaluation of the Thermal Comfort in the Design of the Museum Routes: The Thermal Topology. *International Journal of Contemporary Urban Affairs*, 2(3), 122-136. Retrieved from <http://ijcua.com/index.php/ijcua/article/view/99>

**Saraoui S. (2011).** Vers une topologie spatiaux lumineuse de l'espace architectural, cas des musées, mémoire de magistère soutenu en 2012.

**Schnadelbach H. (2007).** Dynamic architectural topologies, Proceedings, 6th International Space Syntax Symposium, İstanbul, 2007

**Schöffner N. (1972).** La Tour Lumière Cybernétique, Denoël/Gonthier, Collection Bibliothèque médiations, 1973, rééd. Naima, Paris, 2018.

**Schöffner N. (1974).** La Nouvelle charte de la ville : la ville cybernétique, Ed Paris : Denoël : Gonthier, 197, cop.

**Schultz V. (2010).** Partie du rapport « Lumière et architecture », publié dans le magazine VELUX (planification avec la lumière naturelle).

**Sepúlveda Palma F H. (2009).** Déformation de champs thermiques et traitement d'images infrarouges. Application à la caractérisation de systèmes dynamiques. Thèse en vue de l'obtention de doctorat de l'architecture, 2009.

**Serres M. (1993).** *Hermès V Le Passage du Nord-Ouest*, Les éditions de Minuit, 1993.

**Setiawan A B. (2010).** Modernity in Architecture in Relation to Context, A Thesis Presented to The Academic Faculty, In Partial Fulfilment of the Requirements for the Degree Doctor of Philosophy in Architecture, Georgia Institute of Technology, May 2010.

**Silva C A. (2000).** Liquid Architectures: Marcos Novak's Territory of Information, University of Brasilia, 2000.

**Simounet R. (1994).** Technique et architecture, n° 384, Mai 1994

**Simounet R. (1996).** (Architecture d'aujourd'hui), p 53.

**Simounet R. (1997).** D'une architecture juste, 1951 à 1996, Le Moniteur - Paris, p 205.

**Simounet. R. (2007).** Citations reprises par Emeline Curien *LE MUSÉE DE LA PRÉHISTOIRE D'ILE DE FRANCE, NEMOURS, ROLAND SIMOUNET, 1981*

**Siret D. (1997).** Propositions pour une approche déclarative des ambiances dans le projet architectural. Application à l'ensoleillement, thèse de doctorat Spécialité Sciences de l'Ingénieur Option Architecture le 13 juin 1997.

**Sitte C. (1990).** "L'Art de bâtir les villes" de (éd. Livre et communication)

**Siza A. (1998).** L'architecture d'aujourd'hui, n°587, avril.

**Slessor C. (2003).** Swiss civility *The Architectural Review*; Apr 2003; 213, 1274; ProQuest pg. 63.

**Sossinsky, A. (1999).** *Nœuds Genèse d'une théorie mathématique*, édition le Seuil.

**Spiller N. (2001).** « Towards an animated architecture against architectural animation », *AD Architectural design*, N° 02.

**Stoilow S. (1928).** Sur les transformations continues et la topologie des fonctions analytiques, *Annales scientifiques de L'E.N.S. 3<sup>ème</sup> série*, tome 45 (1928), p347-382.

**Suller J P. (1999).** *Cyberspace as Dream World: Illusion and Reality at the Place*, 1999.

**Suvanajata R. (2001).** Relations in architectural space: designs and effects in space of the traditional Thai houses and temples. Doctoral thesis, University of London. <http://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1317698>.

**Tabet Aouet K. (2002).** *Windows and lighting: design for visual comfort*. La revue. Light & lighting International Conference, *comfort and efficiency within interior and exterior lighting systems*. CIE, CNRI Volume, 1. PROCEEDINGS. N°. Nov, Bucarest, Romania.

**Technique & architecture. (1986).** Musées, Muséums, n°368, octobre- Novembre 1986.

**Thanac H A. (2008).** Comparing Physical and Virtual Methods for Daylight Performance Modelling Including Complex Fenestration Systems, Suisse 2008.

**Thevenet M. (2003).** Autour du cyberspace, esquisse pour un approfondissement du dialogue humain-machine, Université Paris-8 Vincennes- Saint-Denis, 2003.

**Thibaud J P. (2002).** L'horizon des ambiances urbaines, *Manières d'habiter*, p 185-201 [http://www.persee.fr/doc/comm\\_0588-8018\\_2002\\_num\\_73\\_1\\_2119](http://www.persee.fr/doc/comm_0588-8018_2002_num_73_1_2119).

**Thibaud J P. (2003).** La parole du public en marche, In Milieux de vie : Aspects de la relation à l'environnement. Sous la direction de Gabriel Moser et Karine Weiss, Armand Colin, Collection « Sociétales », Paris, 2003, pp. 113-138.

**Thibaud J P. (2014).** Du sonore à l'ambiance cours.

**Tierny J, Vandeborre J P, Daoudi M. (2006).** Analyse topologique et géométrique de maillages 3D pour l'extraction de squelette, Journées de l'Association Francophone d'Informatique Graphique, Bordeaux, 2006.

**Tschumi A G. (1993).** Importance and complexity of natural light studies in architectural projects. *Acts de 3rd European Conference on Architecture*, 17-21/05/1993, Florence.

**Tschumi B. (2007).** Daylight And Architecture, magazine by VELUX, winter 2007.

**Tur E T. (1993).** Doctoral These, Supervisor: professor Rafael Serra Florensa, Department of Architectural Construction.Verginia.

**Veal A (2002).** Time in Japanese architecture: tradition and Tadao Ando, revue theory arq. vol 6. no 4. 2002, p 349-362

**Veitch J, Gifford R. (1996).** Assessing Beliefs about lighting effects on health, performance, mood and social behaviour. *Environmental and behaviour*.

**Vilma B. (2006).** Architecture Revealed Light Concealed Lighting Design + Application; Aug 2006; 36, 8; ProQuest pg. 48.

**Von Meiss P. (1992).** De la Forme au lieu : une introduction à l'étude de l'architecture, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne.

**Von Moos S. (1996).** Le musée et l'exposition des typologies, Publié dans Travaux du Centre de Recherches Sémiologiques 64, 3-31, 1996, source qui doit être utilisée pour toute référence à ce travail.

**Weisstein E. (2017).** wolfram math world, topology, Created, developed, and nurtured at Wolfram Research. <http://mathworld.wolfram.com/topics/Topology.html>.

**Yong M. (1986).** Architectural and building Design an introduction, Heinemann: London 1986.

**Zaferiou P. (2002).** Étude de cas de système de commande d'éclairage, musée Guggenheim, Bilbao, Espagne.

**Zdepski S. (1986).** Architecture and Natural Light. *Actes de 1986 International Daylighting Conference*, 4-7/11/1986, Long Beach, California.

**Zevi B, (1995)** Apprendre à voir l'architecture, Les Editions de Minuit, 1995.

**Zhang S, Xiao T. (2013).** Analysis of Architectural Discourse in 1990s, © Trans Tech Publications, Switzerland.

**Zhao J. (2013).** Art of Light and Shadow Reflected in Architecture, Architecture, Building Materials and Engineering Management Applied Mechanics and Materials Vols. 357-360 p100.103.

**Zumthor P. (2006).** Penser l'architecture, Traduit de l'allemand, d'après le texte de l'édition de 2006.

### **Résumé**

Dans les mathématiques, l'espace est métrique lorsque ses propriétés configurationnelles sont inchangées (dimension, proportion, couleur, échelle, et configuration) ; il se dit topologique lorsqu'il s'intéresse aux Transformations Continues qui émanent du rapport Réciproque qu'entretient l'objet avec son contexte Spatio-temporelle.

En architecture l'espace est d'abord considéré comme géométrique, il est systématiquement défini par ses variables dimensionnelles. Prenons un simple exemple, On vous demande de définir l'espace ou vous vous situez en ce moment même, vous allez certainement chercher à le quantifier en utilisant un instrument de mesures (main, pieds, décimètre, ...), et nous dire, cet espace fait X m<sup>3</sup>.

Mais, si nous faisons abstraction des dimensions métriques, serions-nous en mesure de définir cet espace ? c'est à cette question que nous allons tenter de répondre dans un premier temps, en revenons à l'exemple cité, cette fois-ci en se basant exclusivement sur les sources des signaux physiques : lumière, son, .... Qui caractérisent l'espace, et sur votre corps qui les reçoit et les interprète en affichant une posture de bien ou de mal être, nous allons vous redemander de définir l'espace par le biais de vos cinq sens, vous allez certainement user de qualificatifs, tels que : Lumineux, bruyant, chaud....

La question qui se pose, est de savoir si sur la base de ce que nous qualifions face à ce que nous apercevons et nous ressentons, serions-nous en mesure de créer un nouvel outil de mesure relatif à l'espace architectural, a priori théoriquement la réponse est oui. Si nous prenons comme exemple la lumière, tant que l'un des signaux les plus importants, elle ne varie pas de manière métrique dans l'espace, mais plutôt de manière topologique qui se définit en tant que transformations continues, ses transformations sont régies par un certain nombre de variables tels que le nombre, la position et la taille des ouvertures de l'enveloppe spatiale ainsi que son orientation. Il en est de même pour les autres signaux, son, odeur, texture, ...

Par conséquent, la vraie question qui en découle est celle de trouver les assises scientifiques qui permettraient de rendre effective cette nouvelle manière de percevoir l'espace.

A cet effet, les espaces muséaux se présentent comme le support d'analyse idéale à même de bien mener la présente recherche. C'est grâce aux simulations numériques que nous avons réussi à rendre lisible le langage topologique tout en mettant en exergue les moindres variations sensorielles inhérentes à chaque type de signal ambiantal.

Ma thèse n'est pas la démonstration de ce raisonnement discursif, elle est plutôt la construction des fondements théoriques de cette nouvelle manière de mesurer l'espace, en d'autres termes nous comptons développer un outil numérique qui permettra de mesurer l'espace en considérant tous ses aspects. Cette nouvelle manière de percevoir l'espace va permettre de cerner d'avantage l'espace dans ses moindres variations constituantes, en ayant toute la latitude de le maîtriser sur le plan de l'optimisation énergétique.

**Mots clés :** topologie, espace architectural, ambiance lumineuse, ambiance sonore, ambiance thermique, parcours, séquences.

**Abstract :**

In mathematics, space is metric when its configurational properties are unchanged (dimension, proportion, color, scale, and configuration); it is said to be topological when it is concerned with the Continuous Transformations that emanate from the Reciprocal relationship that the object has with its Spatio-temporal context.

In architecture space is first considered as geometric, it is systematically defined by its dimensional variables. Let us take a simple example, someone asks you to define the space where you are located at this moment, you will certainly seek to quantify it by using an instrument of measurements (hand, feet, ...), and you say to us, this space makes X m<sup>3</sup>.

But, if we disregard the metric dimensions, would we be able to define this space? It is to this question that we are going to try to answer in a first time, by returning to the quoted example, this time by being based exclusively on the sources of the physical signals: light, sound, .... Which characterize the space, and on your body which receives them and interprets them by displaying a posture of good or bad being, we are going to ask you again to define the space by the means of your five senses, you are certainly going to use qualifiers, such as: Luminous, noisy, hot ....

The question that arises is to know if on the basis of what we qualify in front of what we see and feel, would we be able to create a new tool of measurement relating to the architectural space, a priori theoretically the answer is yes.

If we take as an example the light, as one of the most important signals, it does not vary in a metric way in space, but rather in a topological way that is defined as continuous transformations, its transformations are governed by a number of variables such as the number, the position and the size of the openings of the spatial envelope as well as its orientation. It is the same for the other signals, sound, smell, texture, ...

Consequently, the real question that arises is that of finding the scientific bases which would allow to make effective this new way of perceiving space.

For this purpose, the soft spaces are presented as the ideal support of analysis to carry out the present research. It is thanks to numerical simulations that we have succeeded in making the topological language readable while highlighting the slightest sensory variations inherent to each type of ambient signal.

My thesis is not the demonstration of this discursive reasoning, it is rather the construction of the theoretical foundations of this new way of measuring space, in other words we intend to develop a numerical tool that will allow to measure space by considering all its aspects. This new way of perceiving the space will allow to define the space in its least constituent variations, having all the latitude to control it on the plan of the energy optimization.

**Key words:** topology, architectural space, light ambience, sound ambience, thermal ambience, route, sequences.

### ملخص:

بين العمارة والفضاء، لم يتوقف الديالكتيك عن التطور في البحث عن التكافل الذي غالبا ما يكون على شكل استجابة لتطلعات المستخدمين. بعيدا عن كل عقلانية، منذ القدم ينظر إلى الفضاء المعماري على أنه متقطع، ويحاول مرارا وتكرارا أن يلبي التوقعات والحاجة المتعلقة بالإنسان، هذا الأخير من خلال وجوده في الفضاء، وبسبب اختلافات الخصائص التي تحدده وتميزه، يكون له في النهاية أثر على صفات الفضاء المعماري.

يتناول البحث الحالي أهمية الأوساط المعمارية التي لا تعدو كونها جوهر الفضاء المعماري، هذه الأهمية غالبا ما تكون تابعة عن الانسان الذي يريد تطويق المحتوى الحسي في الفضاء (الضوء، الصوت، درجة الحرارة، ...)، في محاولة دمج كبعده لا يمكن تجنبه لمراعاة عملية التصميم المعماري على اعتبار انه ذو أهمية خاصة. ومن هنا، يأتي تحقيقنا الحالي، الذي يطمح إلى زيادة توضيح مفهوم الفضاء المعماري من خلال المحتوى الحسي.

نظرت الإشكالية الأولية إلى العلاقات المحتملة بين المعلمات التي تحدد المحتوى الحسي في الفضاء المعماري، سواء كان ذا طبيعة مادية أو غير مادية، والدور الذي ستضطر إليه الطوبولوجيا لتسليط الضوء على هذا النوع من العلاقة ومن ثم تحديد المبادئ الجديدة التي يمكن أن تولدها هذه العلاقات في الهندسة المعمارية.

وفيما يتعلق بالحالة المدروسة في هذا البحث، قمنا باختيار ثلاثين متحفاً أوروبياً استعملناهم من قبل في رسالة الماجستير حول الطوبولوجيا المضبئة. وقد تبين ان هذه المتاحف استوفت معايير الاختيار لبيئات الصوت والحرارة.

تم إنجاز العمل على ثلاث مراحل، أولها كان التأكد من الطوبولوجيا الضوئية من خلال التصورات، والثاني يتضمن محاكاة ببرنامج Ecotect v5 للفضاء الصوتي و الحراري من أجل استخدامها في التحليل المتسلسل يلبي تمكن من تسليط الضوء على التسلسلات وفقا لمسار كل متحف. والخطوة الثالثة هي مطابقة النتائج الجوهرية لكل فضاء مع بعضها البعض، قبل المضي قدماً لمطابقة نتائج كل فضائين، لتنتهي مع تراكب نتائج الفضاءات الثلاث مجتمعة.

كما مكنت المحاكاة من إجراء قراءة حول الميزانيات البيئية الكمية لكل متحف، حتى تتمكن من الحكم عليها ان كانت موافقة للمعايير النظامية ام لا.

يستند بشكل كامل مفهوم الفضاء الحسي، على مفهومين اساسيين "المسار" و "التسلسل"، تتجلى من خلالهما الطوبولوجيا عن طريق الانقطاعات في الفضاء أو التحولات المستمرة التي تتشكل من خلال هذه التحولات. وستتمكن الطوبولوجيا من تسليط الضوء على العلاقات غير الملموسة في الفضاء المعماري، مما يوفر للفضاء المعماري تعريفاً جديداً يختلف عن تلك التي اعتاد الباحثون على العمل من أجل معرفتها؛ خاصة تلك المتعلقة بالأبعاد والأنثروبولوجيا.

**الكلمات المفتاحية:** الطوبولوجيا، الفضاء المعماري، بيئة الضوء، بيئة الصوت، البيئة الحرارية، المسار، التسلسل.