



UNIVERSITE DE CONSTANTINE 3

FACULTE D'ARCHITECTURE ET
D'URBANISME

DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

CONTRIBUTION PAR UNE APPROCHE D'APPRENTISSAGE
EXPERIENTIEL DANS L'ENSEIGNEMENT DE LA LUMIERE
NATURELLE EN ARCHITECTURE

THESE

Présentée pour l'Obtention du Diplôme de Doctorat en Architecture

Par
Imene KABA

Année Universitaire
2022-2023



UNIVERSITE DE CONSTANTINE 3

FACULTE D'ARCHITECTURE ET
D'URBANISME

DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

N° de Série :

N° d'Ordre :

CONTRIBUTION PAR UNE APPROCHE D'APPRENTISSAGE EXPERIENTIEL
DANS L'ENSEIGNEMENT DE LA LUMIERE NATURELLE EN
ARCHITECTURE

THESE

Présentée pour l'Obtention du Diplôme de Doctorat en Architecture

Par
Imene KABA

Devant le Jury Composé de :

Aiche Messaoud	Président	Professeur	Université Constantine 3
Outtas Saliha	Directrice	Professeur	Université Constantine 3
Hamouda Abida	Examinatrice	Professeur	Université Batna
Benabbas Moussadek	Examineur	Professeur	Université Biskra
Benharkat Sara	Examinatrice	MCA	Université Constantine 3
Fezzai Sofiane	Examineur	MCA	Université Tébessa

Année Universitaire
2022-2023



Nom et prénom : Imene KABA

Titre : contribution par une approche d'apprentissage
expérientiel dans l'enseignement de la lumière naturelle en
architecture

Thèse en vue de l'Obtention du Diplôme de Doctorat en
architecture

Résumé

La recherche porte sur l'enseignement de la lumière naturelle en architecture, et se situe entre les styles d'apprentissage des étudiants et l'apprentissage expérientiel.

Elle vérifie l'hypothèse selon laquelle la proposition et l'application d'un nouveau cadre théorique pour l'enseignement de la lumière naturelle en architecture qui se base sur l'apprentissage expérientiel, peut améliorer la performance des étudiants en architecture.

Pour cela, deux objectifs sont proposés, le premier consiste à déterminer les styles d'apprentissage des étudiants de deuxième année architecture, à l'aide de la passation d'un questionnaire (index des styles d'apprentissage de Felder).

Le deuxième objectif, quant à lui, tend à proposer une stratégie pédagogique qui s'adapte à tous les styles d'apprentissage des étudiants en architecture. Le cadre théorique de cette stratégie met en œuvre une approche expérientielle, et c'est ainsi que le modèle d'enseignement 4Mat de McCarthy est proposé, tout en mettant l'accent sur les activités du cerveau droit comme le préconise Nussbaumer.

Les résultats de cette recherche confirment qu'une stratégie pédagogique basée sur un apprentissage expérientiel qui met l'accent sur les activités du cerveau droit, améliore, d'une part, la performance des étudiants, et s'adapte aux différents styles d'apprentissage des étudiants en architecture, d'une autre part.

Ces résultats permettent de tirer des conclusions à propos de l'importance de l'utilisation des stratégies pédagogiques actives et expérientielles dans l'enseignement de l'architecture et de la lumière naturelle en architecture. Ils mettent aussi l'accent sur l'importance de s'intéresser aux styles d'apprentissage des étudiants en architecture pour faciliter le processus «enseignement-apprentissage».

Ces nouvelles connaissances sont pertinentes pour réfléchir aux enjeux liés à l'acte d'enseigner ainsi qu'au soutien pédagogique à offrir aux formateurs universitaires pour contribuer à la persévérance et la réussite des étudiants.

Mots clés : style d'apprentissage, index des styles d'apprentissage, ILS Felder, apprentissage expérientiel, système 4Mat, lumière naturelle, enseignement.

Directrice de thèse : Outtas Saliha – Université Constantine 3

Année Universitaire
2022-2023

REMERCIEMENTS

Mes remerciements vont à ma directrice de thèse, Mme Abdou Saliha, pour avoir accepté d'encadrer cette thèse de doctorat, pour son soutien, et pour ses qualités humaines.

Mes remerciements vont également aux membres du jury qui ont accepté d'évaluer cette thèse, j'en suis honorée.

Avec le dépôt de cette thèse, j'atteins la dernière étape d'un long chemin semé d'embûches. Tout au long de ce parcours, j'ai été accompagnée par des personnes qui m'ont assuré d'un soutien indéfectible, m'aidant à garder le cap vers la destination prévue.

La recherche n'aurait pu être menée à son terme sans l'intervention du Pr Barour Choukri, enseignant au département de biologie de Souk-Ahras, et expert en analyses statistiques. C'est grâce à son expertise et ses compétences qu'on a pu analyser nos données de façon pertinente. Je tiens à le remercier pour le temps qu'il m'a consacré, pour sa rigueur intellectuelle et ses critiques judicieuses et mobilisatrices.

Cette thèse n'aurait jamais vu le jour sans la participation des étudiants du département d'architecture d'Alger 1 (promotion 2020-2021), et des enseignants de l'atelier maquette qui n'ont pas lésiné sur leur disponibilité et leur engagement.

Mes remerciements vont également au Dr Mezerdi Toufik de l'université de Biskra, pour ses orientations et ses encouragements tout au long de ce cheminement, et au Pr Belakehal Azeddine de l'université de Biskra pour m'avoir transmis les bases de la recherche scientifique.

Dédicaces

A la mémoire de mes deux mamans....

A mon papa, pour avoir toujours cru en moi

A mes sœurs et à Oussama, pour m'avoir toujours soutenu

*A ma grand-mère, mes tantes, mon oncle, mes cousins et mes cousines, pour avoir toujours été
présents pour moi*

A Ziad et Adam, mes deux rayons de soleil

A Walid, pour son amour inconditionnel

TABLE DES MATIERES

LISTE DES FIGURES	XIII
LISTE DES TABLEAUX	XV
RESUME	XVI
INTRODUCTION GENERALE	1
PROBLEMATIQUE	5
CHAPITRE I	
STYLES D'APPRENTISSAGE	
Introduction	21
1 Styles d'apprentissage	21
1.1 La différence des étudiants	21
1.2 Les différents styles d'apprentissage	22
1.3 L'importance d'identifier et de comprendre les styles d'apprentissage	22
1.4 Correspondance entre les styles d'apprentissage les styles d'enseignement	23
1.5 Les styles d'apprentissage	24
1.5.1 Définition des styles d'apprentissage	24
1.5.2 Les théories du style d'apprentissage	24
2 Modèles de style d'apprentissage	24
2.1 Modèle des styles d'apprentissage de Honey et Munford	25
2.2 L'indicateur de type Myers-Briggs	25
2.3 Le modèle des styles d'apprentissage de Dunn et Dunn	25
3 Modèles de style d'apprentissage dans l'enseignement de l'architecture	26
3.1 Modèle VAK	26
3.2 Modèle de styles d'apprentissage expérientiel de Kolb	26
3.3 Le modèle Felder – Silverman	27
3.4 Liens entre le modèle Felder – Silverman et d'autres modèles de styles d'apprentissage	27
4 Instruments de mesure des styles d'apprentissage des individus	28
4.1 L'index des styles d'apprentissage ILS	28
5 Styles d'apprentissage et enseignement de l'architecture	29
6 Styles d'apprentissage et visualisation	30
7 Instruments de mesure des styles d'apprentissage et recherche en architecture	31
7.1 KLSI	31
7.2 ILS	35
8 Synthèse de la revue de la littérature	36
8.1 Les tableaux récapitulatifs	37
8.2 Synthèse des tableaux récapitulatifs : Vers des catégories de recherche en utilisant des instruments de mesure des styles d'apprentissage (KLSI et ILS)	41
8.3 Synthèse des tableaux récapitulatifs : Echantillonnage	44
8.4 Synthèse des tableaux récapitulatifs : les résultats	44
Conclusion	47

CHAPITRE II

APPRENTISSAGE EXPERIENTIEL ET SYSTEME 4MAT

Introduction	48
1 Le paradigme d'enseignement / paradigme d'apprentissage	48
1.1 Changement de paradigme en éducation	48
1.2 Définition de l'apprentissage	49
2 L'apprentissage expérientiel	50
2.1 Définition de l'apprentissage expérientiel	50
2.2 La théorie de l'apprentissage expérientiel	51
2.3 Le cycle d'apprentissage expérientiel : un modèle d'apprentissage expérientiel	51
3 Le modèle d'enseignement de McCarthy : un cadre théorique pour l'enseignement qui s'adapte à tous les styles d'apprentissage	52
3.1 Constructions théoriques du 4MAT	53
3.1.1 Le système 4MAT et le modèle de styles d'apprentissage de Kolb	53
3.1.2 L'hémisphéricité	53
3.1.3 L'hémisphéricité et le système 4MAT	54
3.2 Le cycle d'apprentissage 4MAT	55
3.3 Les quatre quadrants du modèle 4 MAT	55
3.4 Le système 4MAT : un modèle pédagogique séquentiel en 8 étapes	56
4 Visualisation et conception architecturale / visualisation et image	56
5 Le système 4MAT et notre recherche : vers une application du système 4MAT	57
5.1 Justification du choix du 4MAT	57
5.2 Synthèse du système 4MAT	59
6 L'application de la théorie de l'apprentissage expérientiel dans la recherche	66
6.1 L'apprentissage expérientiel dans l'enseignement supérieur	66
6.2 L'apprentissage expérientiel en architecture	66
6.3 Synthèse des travaux de recherche sur l'apprentissage expérientiel en architecture	72
7 Application du système 4Mat dans la recherche	75
7.1 L'activité cérébrale gauche et droite dans la recherche	75
7.2 Application du 4 Mat dans différentes disciplines	76
7.3 Application du 4 Mat en architecture	76
Conclusion	77

CHAPITRE III

ENSEIGNEMENT DE L'ARCHITECTURE ET DE LA LUMIERE NATURELLE EN ARCHITECTURE

Introduction	78
1 L'enseignement de l'architecture	78
1.1 L'enseignement de l'architecture à travers le temps	79
1.2 L'enseignement de l'architecture : entre théorie et pratique	80
1.3 L'enseignement de l'atelier de conception	80
1.4 L'enseignement de l'environnement et de la conception architecturale	81
1.5 L'enseignement de l'architecture en Algérie	81
1.5.1 La période coloniale	82
1.5.2 L'après l'indépendance	82
2 La lumière naturelle	83
2.1 La lumière naturelle et l'architecture	83

2.2	La lumière naturelle et la conception architecturale	84
2.3	La visualisation de la lumière naturelle et les modèles réduits	84
2.4	L'enseignement de la lumière naturelle en architecture	86
2.4.1	Les cours sur l'éclairage dans la formation architecturale	86
2.4.2	Vers des changements dans l'enseignement de l'éclairage	87
2.4.3	Vers des méthodes non linéaires	88
2.5	L'enseignement de la lumière naturelle en architecture en Algérie	89
2.5.1	Vers une analyse du programme officiel	89
2.5.2	Des observations à relever	95
2.5.3	Entre programme officiel et application réelle	95
3	L'enseignement de l'architecture et l'enseignement de la lumière naturelle en architecture dans la recherche	97
3.1	L'enseignement de l'architecture dans la recherche	97
3.2	L'enseignement de la l'éclairage naturel en architecture dans la recherche	99
	Conclusion	106

CHAPITRE IV METHODOLOGIE

	Introduction	107
1	Type de recherche	107
2	Les participants	108
3	L'opérationnalisation de la recherche et l'instrumentalisation de la méthodologie retenue	109
3.1	Les styles d'apprentissage	109
3.1.1	La stratégie de collecte de données	109
3.1.2	Le questionnaire ILS	110
3.2	L'application d'une approche expérientielle	114
3.2.1	Le cadre théorique de notre approche expérientielle	114
3.2.2	L'application de notre approche expérientielle	117
A	Les étapes de l'expérience	117
B	Synthèse de l'application du système 4MAT dans notre expérience	123
3.3	Les instruments d'évaluation	127
4	La stratégie d'analyse des données	128
	Conclusion	129

CHAPITRE V ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

	Introduction	130
I	Objectif spécifique n°1 : Déterminer les styles d'apprentissage des étudiants de deuxième année architecture	131
1	Répartition des styles d'apprentissage des étudiants	131
1.1	La distribution des étudiants selon les huit styles d'apprentissage	131
1.2	Répartition des styles d'apprentissage pour les échelles de l'ILS de Felder	136
1.2.1	Analyse et interprétation des résultats : sur la distribution des échelles d'apprentissage	143
1.3	Moyennes et écarts type des échelles	144
1.3.1	Analyse et interprétation des résultats : sur la préférence des échelles d'apprentissage	144
1.4	Tests statistiques	145
1.4.1	Test d'indépendance du khi-deux et de Fisher	145

1.4.2	Test d'ajustement du khi-deux	146
1.4.3	Analyse de la corrélation	147
1.4.4	Analyse et interprétation des résultats : sur le degré de préférence dans les styles d'apprentissage	147
1.5	Discussion autour des préférences des échelles d'apprentissage	150
1.5.1	La dimension sensorielle pour percevoir l'information	150
1.5.2	La dimension visuelle pour l'entrée de l'information	152
1.5.3	La dimension active pour le traitement de l'information	152
1.5.4	La dimension Globale pour la compréhension des informations	153
II	Objectif spécifique n°2 : Proposer une stratégie pédagogique qui met en œuvre une approche expérientielle, et qui s'adapte aux styles d'apprentissage des étudiants en architecture	154
1	Styles d'apprentissage des étudiants en architecture	154
2	Une stratégie pédagogique pour enseigner la lumière naturelle en architecture	156
2.1	Le modèle d'enseignement de McCarthy : un cadre théorique pour l'enseignement qui s'adapte à tous les styles d'apprentissage	156
2.2	Modification apportée par Nussbaumer dans le modèle 4Mat de McCarthy : un accent mis sur les activités du cerveau droit	157
2.3	Mise en application du système 4MAT modifié par Nusbaumer : Présentation de notre stratégie pédagogique	158
III	Objectif général : Améliorer la performance des étudiants en architecture en présentant un nouveau cadre théorique pour l'enseignement de la lumière naturelle en architecture qui se base sur l'apprentissage expérientiel	164
1	Distribution de la performance de l'échantillon	164
2	Test d'ajustement	167
3	Analyse, interprétation et discussion autour de la performance des étudiants	167
IV	Interrogation sur le lien entre : Style d'apprentissage et Performance	172
1	La dimension Actif /réfléchi	172
2	La dimension Sensoriel / Intuitif	174
3	La dimension Visuel / verbal	176
4	La dimension : Séquentiel / Global	178
5	Analyse, interprétation des résultats et discussion	180
CONCLUSION GENERALE		181
BIBLIOGRAPHIE		192
LISTE DES ANNEXES		
Annexe 1 :	Avantages de l'identification des styles d'apprentissage	207
Annexe 2 :	Définition des styles d'apprentissage	207
Annexe 3 :	Styles d'apprentissage	208
Annexe 4 :	Modèle des styles d'apprentissage de Honey et Munford	209
Annexe 5 :	L'indicateur de type Myers-Briggs	210
Annexe 6 :	Le modèle des styles d'apprentissage de Dunn et Dunn	210
Annexe 7 :	Modèle VAK	211
Annexe 8 :	Modèle de styles d'apprentissage expérientiel de Kolb	212
Annexe 9 :	Le modèle Felder – Silverman	212
Annexe 10 :	L'index des styles d'apprentissage ILS	215
Annexe 11 :	Profils des rôles des enseignants de Kolb (KolbEducatorRole Profile	215

	KERP)	
Annexe 12	Les quatre quadrants du modèle 4 MAT	217
Annexe 13	Les huit étapes du système 4MAT	219
Annexe 14	L'enseignement de l'architecture à travers le temps	221
Annexe 15	L'enseignement de l'architecture dans la recherche	224
Annexe 16	L'enseignement de la lumière naturelle en architecture dans la recherche	227
Annexe 17	ILS (index des styles d'apprentissage de Felder)	241
Annexe 18	Feuille de notation de l'ILS	245
Annexe 19	Article	247

LISTE DES FIGURES

Figure		Page
1	Les trois composantes de notre problématique	16
1.1	les quatre phases d'apprentissage de la théorie d'apprentissage expérientiel de Kolb	27
1.2	Identification des styles d'apprentissage	42
1.3	Comparaison des styles d'apprentissage	42
1.4	Liens entre les styles d'apprentissage et un paramètre	43
1.5	Liens entre les styles d'apprentissage et deux paramètres	43
1.6	échantillonnage dans la revue de la littérature	44
2.1	Paradigme enseignement / apprentissage	49
2.2	Cycle d'apprentissage expérientiel de Kolb	52
2.3	Le modèle d'enseignement 4MAT	55
4.1	Format des items dans ILS	111
4.2	Tableau de la première étape de notation	112
4.3	Formulaire de rapport ILS	113
4.4	Un cadre théorique d'enseignement	116
4.5	Les photos prises par les étudiants lors de l'expérimentation	121
4.6	Exposition des maquettes à l'extérieur et prise de photos	121
5. 1	Distribution des étudiants selon le style d'apprentissage Actif	132
5.2	Distribution des étudiants selon le style d'apprentissage Réfléchi	133
5.3	Distribution des étudiants selon le style d'apprentissage Sensoriel	133
5.4	Distribution des étudiants selon le style d'apprentissage Intuitif	134
5.5	Distribution des étudiants selon le style d'apprentissage Visuel	134
5.6	Distribution des étudiants selon le style d'apprentissage Verbal	135
5.7	Distribution des étudiants selon le style d'apprentissage Séquentiel	135
5.8	Distribution des étudiants selon le style d'apprentissage Global	136
5.8	Répartition des styles d'apprentissage pour l'échelle Actif /réfléchi	138
5.9	Répartition des styles d'apprentissage pour l'échelle Sensoriel / intuitif	139
5.10	Répartition des styles d'apprentissage pour l'échelle Visuel / verbal	140
5.11	Répartition des styles d'apprentissage pour l'échelle Séquentiel-Global	141
5.12	Répartition des styles d'apprentissage pour les quatre échelles	142
5.13	Tableau de contingence et son graphe	146
5.14	Styles d'apprentissage des étudiants pour chaque dimension de l'ILS	155
5.15	Les liens hiérarchiques qui unissent les concepts employés dans le cadre de l'étude de Tremblay-Wragg	160
5.16	Liens hiérarchiques entre stratégie, méthode et technique pédagogiques dans notre expérimentation	161
5.17	Stratégie pédagogique proposée pour l'enseignement de la lumière naturelle	162

	en architecture	
5.18	Distribution des scores de la performance 2	165
5.19	Distribution des scores de la performance 1	166
5.20	Courbe de la performance 2	168
5.21	Courbe de la performance 1	168
5.22	Représentation de la courbe de Gauss	169
5.23	Distribution de la performance 1 pour l'échelle Actif-Réfléchi	172
5.24	Distribution de la performance 2 pour l'échelle Actif-Réfléchi	173
5.25	Distribution de la performance 1 pour l'échelle Sensoriel - Intuitif	174
5.26	Distribution de la performance 2 pour l'échelle Sensoriel - Intuitif	175
5.27	Distribution de la performance 1 pour l'échelle Visuel-Verbal	176
5.28	Distribution de la performance 2 pour l'échelle Visuel-Verbal	177
5.29	Distribution de la performance 1 pour l'échelle Séquentiel-Global	178
5.30	Distribution de la performance 2 pour l'échelle Séquentiel-Global	179

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Page
1.1 Tableau récapitulatif des recherches en architecture qui font recours aux instruments de mesure des styles d'apprentissage	38
1.2 Tableau récapitulatif des recherches en architecture qui font recours aux instruments de mesure des styles d'apprentissage	39
2.1 Première synthèse du système 4MAT	60
2.2 Deuxième synthèse du système 4MAT	63
2.3 Synthèse des travaux de recherche sur l'apprentissage expérientiel en architecture	73
3.1 L'éclairage dans le programme officiel	91
3.2 L'éclairage dans le contenu du programme officiel	93
3.3 Synthèse de l'analyse du programme officiel durant les cinq années de formation	94
3.4 L'enseignement de l'architecture dans la recherche	98
3.5 Tableau récapitulatif des recherches sur l'enseignement de la lumière naturelle	99
3.6 Les recherches sur l'enseignement de la lumière naturelle en architecture	100
4.1 Les dimensions ILS	111
4.2 Les variables latentes et observées de l'ILS original à 44 questions	112
4.3 Echelle ILS	114
4.4 Synthèse de l'application du système 4MAT dans notre expérience	124
4.5 Codification de l'évaluation	128
5.1 Codification des degrés de préférence	137
5.2 Moyennes et écarts type	144
5.3 Résultats du test Khi deux et du test exact de Fisher	146
5.4 Résultats du test d'ajustement pour les quatre échelles de l'ILS	147
5.5 Résultats du test d'ajustement pour les quatre échelles de l'ILS	149
5.6 Mise en application du système 4MAT modifié par Nusbaumer	159
5.7 Résultats du test d'ajustement	167
5.8 Résultats du test d'indépendance entre performance et Actif-Réfléchi	173
5.9 Résultats du test d'indépendance entre performance et Sensoriel -Intuitif	175
5.10 Résultats du test d'indépendance entre performance et Visuel-Verbal	177
5.11 Résultats du test d'indépendance entre performance et Séquentiel-Global	179

RESUME

La recherche porte sur l'enseignement de la lumière naturelle en architecture, et se situe entre les styles d'apprentissage des étudiants et l'apprentissage expérientiel.

Elle vérifie l'hypothèse selon laquelle la proposition et l'application d'un nouveau cadre théorique pour l'enseignement de la lumière naturelle en architecture qui se base sur l'apprentissage expérientiel, peut améliorer la performance des étudiants en architecture.

Pour cela, deux objectifs sont proposés, le premier consiste à déterminer les styles d'apprentissage des étudiants de deuxième année architecture, à l'aide de la passation d'un questionnaire (index des styles d'apprentissage de Felder).

Le deuxième objectif, quant à lui, tend à proposer une stratégie pédagogique qui s'adapte à tous les styles d'apprentissage des étudiants en architecture. Le cadre théorique de cette stratégie met en œuvre une approche expérientielle, et c'est ainsi que le modèle d'enseignement 4Mat de McCarthy est proposé, tout en mettant l'accent sur les activités du cerveau droit comme le préconise Nussbaumer.

Les résultats de cette recherche confirment qu'une stratégie pédagogique basée sur un apprentissage expérientiel qui met l'accent sur les activités du cerveau droit, améliore, d'une part, la performance des étudiants, et s'adapte aux différents styles d'apprentissage des étudiants en architecture, d'une autre part.

Ces résultats permettent de tirer des conclusions à propos de l'importance de l'utilisation des stratégies pédagogiques actives et expérientielles dans l'enseignement de l'architecture et de la lumière naturelle en architecture. Ils mettent aussi l'accent sur l'importance de s'intéresser aux styles d'apprentissage des étudiants en architecture pour faciliter le processus «enseignement-apprentissage».

Ces nouvelles connaissances sont pertinentes pour réfléchir aux enjeux liés à l'acte d'enseigner ainsi qu'au soutien pédagogique à offrir aux formateurs universitaires pour contribuer à la persévérance et la réussite des étudiants.

Mots clés : style d'apprentissage, index des styles d'apprentissage, ILS Felder, apprentissage expérientiel, système 4Mat, lumière naturelle, enseignement.

ABSTRACT

The research focuses on the teaching of daylight in architecture, and is situated between student learning styles and experiential learning.

It tests the hypothesis that proposing and applying a new theoretical framework for teaching daylighting in architecture, based on experiential learning, can improve the performance of architecture students.

For this, two objectives are proposed. The first is to determine the learning styles of second-year architecture students, by means of a questionnaire (Felder's learning style index).

The second objective is to propose a teaching strategy that can be adapted to all the learning styles of architecture students. The theoretical framework of this strategy implements an experiential approach, and thus McCarthy's 4Mat teaching model is proposed, while emphasizing right-brain activities as advocated by Nussbaumer.

The results of this research confirm that a pedagogical strategy based on experiential learning, which emphasizes right-brain activities, improves student performance on the one hand, and adapts to the different learning styles of architecture students on the other.

These results allow us to draw conclusions about the importance of using active and experiential teaching strategies in the teaching of architecture and natural light in architecture. They also highlight the importance of addressing the learning styles of architectural students to facilitate the "teaching-learning" process.

This new knowledge is relevant to thinking about the issues involved in the act of teaching, as well as the pedagogical support to be offered to university instructors to contribute to student perseverance and success.

Keywords: learning style, learning style index, ILS Felder, experiential learning, 4Mat system, daylight, teaching.

ملخص

يركز البحث على تدريس ضوء النهار في الهندسة المعمارية، و يتموقع بين التعليم التجريبي وأساليب تعلم الطلاب.

إنه يتحقق من الفرضية القائلة بأن اقتراح وتطبيق إطار نظري جديد لتدريس الضوء الطبيعي في الهندسة المعمارية ، والذي يعتمد على التعلم التجريبي ، يمكن أن يحسن نتائج طلبة الهندسة المعمارية.

لهذا ، تم اقتراح هدفين. الهدف الأول يهدف إلى تحديد أساليب تعلم طلبة السنة الثانية في الهندسة المعمارية. لهذه الغاية تم إستعمال إستبيان مؤشر أسلوب التعلم لفيلدر.

أما بالنسبة للهدف الثاني ، فهو يهدف إلى اقتراح استراتيجية تربوية تنفذ نهجًا تجريبيًا ، وتتكيف مع أنماط التعلم لطلاب الهندسة المعمارية.

أما الهدف الثاني ، فهو يهدف إلى اقتراح استراتيجية تربوية تتكيف مع جميع أنماط التعلم لطلبة الهندسة المعمارية. يطبق الإطار النظري لهذه الاستراتيجية نهجًا تجريبيًا ، هذا ما جعلنا نطبق النموذج التعليمي لماكرتي (4 مات) ، مع التأكيد على أنشطة الدماغ الأيمن كما دعا إليها نوسباومر.

تؤكد نتائج هذا البحث أن استراتيجية تربوية تعتمد على التعلم التجريبي الذي يركز على أنشطة الدماغ الأيمن ، يحسن ، من ناحية ، أداء الطلبة ، ويتكيف مع أنماط التعلم المختلفة لطلبة الهندسة المعمارية من ناحية أخرى.

تتيح هذه النتائج استخلاص استنتاجات حول أهمية استخدام الاستراتيجيات التربوية النشطة والتجريبية في تدريس الهندسة المعمارية والضوء الطبيعي في العمارة. كما تؤكد على أهمية معالجة أساليب التعلم لطلبة الهندسة المعمارية لتسهيل عملية "التدريس والتعلم".

هذه المعلومات الجديدة تعتبر جد قيمة لما نهدف إلى تحسين التعليم على مستوى الجامعة، و إلى دعم الأساتذة الجامعيين من الناحية البيداغوجية. هذا سيؤدي حتمًا إلى المساهمة في نجاح الطلبة، و الدفع بهم إلى المثابرة.

الكلمات المفتاحية:

أسلوب التعلم ، مؤشر أسلوب التعلم ، التعلم التجريبي ، الضوء الطبيعي ، التدريس، ILS Felder, 4Mat

INTRODUCTION

L'un des objectifs importants de l'enseignement en architecture, et plus précisément en atelier de conception, est de développer les capacités indépendantes des étudiants en matière de conception et d'améliorer leurs compétences cognitives et de représentation (Tezel et Casakin, 2010). Ceci présente un défi très important à relever pour avoir un enseignement de qualité, et l'enseignant se présente comme un des porteurs de ce défi, étant donné qu'il est le premier responsable du processus pédagogique dans sa salle de classe.

Le monde de l'éducation assiste un changement de paradigme, on passe du paradigme de l'enseignement, où on mise sur la mémorisation, l'accumulation de connaissances et l'association de ces connaissances les unes aux autres, au paradigme de l'apprentissage, qui mise d'abord sur la capacité des apprenants à transformer les informations et les savoirs mis à leur disposition en connaissances viables et transférables. Ce deuxième paradigme auquel on est passé, est préoccupé par les relations, les liens et la structuration des connaissances que les jeunes développent grâce aux interventions des enseignants et des enseignantes.

L'enseignement de l'architecture en général, et l'enseignement de la lumière naturelle en architecture, échappent à ce changement de paradigme. En effet, l'enseignement de la lumière naturelle en architecture, est généralement attribué au domaine technique des programmes de conception. Ces cours sont généralement sous forme de cours magistraux, basés sur des méthodes déductives centrées sur l'enseignant. Cette pratique a suscité l'intérêt de certains chercheurs qui ont tenté de proposer des stratégies pédagogiques actives pour l'enseignement de la lumière naturelle en architecture (Isoardi 2010, Sarawgi, 2013, Almaiyah et Elkadi, 2014, Gillian 2019, et Bhagyashri et al 2020), d'où l'intérêt de développer cet axe de recherche, qui pose plusieurs questionnements et offre plusieurs perspectives de recherche. C'est dans ce but que cette recherche s'articule sur la salle d'atelier et sur les activités pédagogiques qui y sont menées.

En fait, les facteurs relatifs à la classe sont ceux sur lesquels les formateurs universitaires ont la possibilité d'intervenir afin de favoriser un haut niveau de performance chez leurs étudiants.

INTRODUCTION

Le processus d'enseignement-apprentissage ne se limite plus à transmettre des informations aux étudiants comme telles, l'enseignant doit être en mesure de concevoir et d'animer des activités d'apprentissage dans lesquelles les étudiants mobilisent leurs connaissances pour faire face à des situations nouvelles et motivantes, qui les amènent à interagir pour chercher et traiter l'information.

Il doit être en mesure de proposer des stratégies pédagogiques actives qui peuvent accroître la capacité des apprenants à transformer les informations et les savoirs mis à leur disposition en connaissances viables et transférables.

L'enseignant en architecture doit aussi être conscient que l'architecture fait partie des métiers qui sont multidisciplinaires et nécessitent des compétences variées. Les étudiants en architecture doivent utiliser la pensée abstraite du cerveau gauche et la pensée concrète du cerveau droit. Ils doivent avoir des capacités d'imagination, des compétences analytiques, des compétences décisionnelles et des compétences en gestion et en affaires (Nussbaumer, 2001). De ce fait, l'enseignant en architecture, doit proposer un enseignement qui s'adapte à tous les styles d'apprentissage.

Il doit connaître le style d'apprentissage de ses étudiants, et utiliser différents styles d'apprentissage dans l'enseignement afin d'améliorer leurs apprentissage, et développer des attitudes positives à l'égard de l'apprentissage.

Ainsi, il semble que les choix pédagogiques des formateurs universitaires, notamment au niveau des stratégies qu'ils utilisent dans le cadre des activités pédagogiques qu'ils proposent, agissent sur le niveau d'apprentissage des étudiants universitaires.

Ce constat nous mène à entamer un projet de recherche qui sera décliné en deux phases. Une phase exploratoire dont l'objectif est de connaître les styles d'apprentissage des étudiants de premier cycle en architecture, et une deuxième phase qui tend à proposer et à appliquer un cadre théorique en se basant sur le système 4Mat de Mc Carthy. Ce cadre théorique proposé a la particularité de s'adapter aux différents styles d'apprentissage des étudiants afin de mieux réussir le processus d'apprentissage/enseignement de la lumière naturelle en architecture.

On se qui concerne la pertinence de cette recherche, on dira que sur le plan scientifique, cette étude contribuera à la production de connaissances pour un enrichissement des pratiques d'enseignement en architecture, autrement dit, elle permettra d'offrir des connaissances capables de guider les décisions relatives à l'amélioration de l'enseignement de l'architecture. Elle devra aussi apporter une nouvelle perspective dans la compréhension des styles d'apprentissage des étudiants, et stratégies pédagogiques expérientielles. Et pour

INTRODUCTION

finir, elle permettra de mieux comprendre les problèmes liés à l'enseignement de la lumière naturelle en architecture.

Par ailleurs, sur le plan pratique, cette étude pourrait apporter un espace de discussion et des ateliers de formation aux formateurs en architecture. Elle pourrait contribuer à l'exploration d'une nouvelle dynamique relative aux pratiques et aux manières d'enseigner la lumière naturelle en architecture, et permettra de ressortir des recommandations afin de trouver un moyen pour résoudre les problèmes relatifs à l'enseignement de l'architecture. Les résultats de cette recherche permettront une prise de conscience sur les conditions susceptibles de soutenir la motivation des enseignants et des étudiants.

Cette thèse s'intéresse donc aux styles d'apprentissage des étudiants en architecture, et à l'utilisation de stratégies pédagogiques basées sur l'expérience et leur participation dans le processus d'apprentissage des étudiants.

Notre démarche se décline en deux grandes parties. La première s'attache à problématiser notre objet de recherche, à présenter les théories retenues et la méthodologie choisie afin de confronter nos hypothèses à l'empirie. La seconde partie concerne l'analyse des données empiriques.

La première partie s'ouvre sur un chapitre qui met en évidence la problématisation de l'objet de recherche et les hypothèses de travail. Cette problématique nous permettra d'éclaircir le contenu de cette recherche, en mettant en exergue l'importance de comprendre la théorie des styles d'apprentissage, les inventaires des styles d'apprentissage et l'apprentissage expérientiel, et les stratégies pédagogiques expérientielles. Elle se terminera par la formulation des questions, et des objectifs de la recherche.

Le chapitre deux propose de clarifier la façon avec laquelle les apprenants prennent et traitent les informations, autrement dit, aux styles d'apprentissage, et ce, en détaillant plus précisément leurs théories, leurs évolutions, leurs modèles, et leurs inventaires. Ce chapitre se terminera en dressant un état de l'art sur les recherches réalisées dans ce domaine dans l'enseignement supérieur et dans l'enseignement de l'architecture.

Dans le chapitre trois, nous développons notre ancrage théorique qui repose sur une approche cognitive et expérientielle et s'oriente vers les théories de l'apprentissage expérientiel. Ce chapitre dresse d'abord le portrait des stratégies d'apprentissage dans une perspective cognitive et expérientielle, en détaillant plus précisément l'apprentissage expérientiel et à la théorie de McCarthy qui a utilisé les travaux de Kolb pour superposer l'hémisphère dans la construction d'un modèle à quatre étages, qu'elle a appelé le système à

INTRODUCTION

4 matrices (4Mat). Par la suite, une recension d'écrit des travaux de recherche réalisés sur l'application de stratégies d'apprentissage expérientielles dans l'enseignement de l'architecture sera exposée et synthétisée.

Le quatrième chapitre, quant à lui, aborde l'enseignement de l'architecture et l'enseignement de la lumière naturelle en architecture, et fait la recension et la synthèse des écrits dans ce domaine de recherche. Il fait aussi le tour du programme officiel de la formation des étudiants en architecture en Algérie pour en extraire le contenu et les méthodes d'enseignement proposés pour l'enseignement de la lumière naturelle

Dans le chapitre cinq, la méthodologie de recherche est présentée afin de tenter d'apporter des éléments de réponse à notre problématique. Les choix méthodologiques sont ainsi décrits, et une critique des pratiques méthodologiques du domaine et les perspectives épistémologiques de la recherche sont exposées. Enfin, la stratégie d'analyse et une synthèse de l'opérationnalisation de la recherche seront détaillées.

La seconde partie de la thèse est centrée sur l'analyse des données empiriques. Le chapitre six concerne la présentation des résultants en lien avec les objectifs visés par la thèse, ces résultats seront analysés et interprétés par la suite.

Le chapitre sept fera la synthèse de nos travaux et la discussion des résultats obtenus. Il proposera des perspectives et des recommandations d'études dans la continuité de nos travaux afin de poursuivre les recherches sur le vaste de sujet qu'est l'enseignement et l'apprentissage de la lumière naturelle en architecture. Nous terminerons ce manuscrit par une conclusion.

PROBLEMATIQUE

Introduction

La lumière naturelle est essentielle au fonctionnement humain car elle permet de voir les choses et d'effectuer des tâches (Mehrotra et al, 2015). Mais elle est également importante car elle affecte les êtres humains psychologiquement et physiologiquement. En effet, la lumière naturelle permet de réduire la dépression et la fatigue et d'améliorer la vigilance (Ulrich et Zimring, 2004). Elle permet aussi de réguler les rythmes circadiens et de maintenir la santé globale (Edwards et Torcellini, 2002). Sans oublier sa contribution à améliorer la performance des élèves en salle de classe (Heschonget al, 2002). Dans la perspective d'une stratégie de conception durable et passive, elle peut être utilisée à la fois comme principal moyen de lumière ambiante et comme stratégie d'efficacité énergétique dans les environnements intérieurs en réduisant la consommation d'énergie (Bodart et De Herde, 2002; Edwards et Torcellini, 2002).

Le Corbusier décrit l'architecture comme « le jeu savant, correct et magnifique des volumes assemblés sous la lumière...» (Le Corbusier, 1923). La lumière a toujours fasciné les architectes qui la considèrent comme génératrice et révélatrice de leurs œuvres, et comme un outil d'expression architecturale qui participe au processus de genèse et de qualification de l'espace physique en lui attribuant une dimension sensible. C'est l'un des matériaux principaux permettant aux architectes de définir et de matérialiser la dimension sensible de leurs projets (Gallas, 2013).

Les concepteurs de bâtiments et les architectes doivent donc comprendre comment concevoir un bâtiment en prenant en considération la lumière du jour s'ils veulent réduire efficacement la consommation d'énergie et accroître le plaisir de l'utilisateur dans le bâtiment (Peters, 2012). Par conséquent, il est important que les étudiants en architecture comprennent comment utiliser correctement la lumière du jour dans les bâtiments. Pour ce faire, **un enseignement adéquat de la lumière naturelle en architecture** doit être pris en considération.

Avant de passer à une autre partie dans cette problématique, il est important éclaircir un point très important qui va guider notre recherche. Il s'agit de ce **changement de paradigme** qui caractérise le domaine de l'éducation : le passage du paradigme l'enseignement au paradigme l'apprentissage.

PROBLEMATIQUE

Jacques Tardif (2001) précise que « Quand on est dans le paradigme de l'enseignement, on a comme conception de l'apprentissage que les apprenants sont essentiellement des machines à photocopier », on mise alors sur la mémorisation, l'accumulation de connaissances et l'association de ces connaissances les unes aux autres. « On divise, on morcelle, on travaille du simple au complexe parce qu'on veut aider les apprenants à entrer graduellement dans les domaines de savoirs, les domaines disciplinaires».

Tandis qu'à l'autre bout du continuum, se trouve le paradigme de l'apprentissage qui mise d'abord sur la capacité des apprenants à transformer les informations et les savoirs mis à leur disposition en connaissances viables et transférables. « Les connaissances que les élèves développent et construisent sont des outils qui doivent leur être utiles pour comprendre le monde et agir dans le monde ». Ce n'est pas la quantité de connaissances qui compte, mais bien la qualité. Les connaissances sont alors intégrées dans un schéma cognitif. « On est préoccupé par les relations, les liens et la structuration des connaissances que les jeunes développent grâce aux interventions des enseignants et des enseignantes».

Selon cette perspective, notre recherche s'insérera dans le **paradigme de l'apprentissage** afin d'aider l'apprenant à comprendre le monde, et surtout à agir dans le monde. En effet, le processus d'apprentissage est d'une importance cruciale.

Apprentissage, apprentissage expérientiel et stratégies pédagogiques

La manière dont les individus apprennent est la clé pour améliorer l'enseignement (Plass et al, 1998). Kolb définit **l'apprentissage** comme le «processus par lequel la connaissance est créée par la transformation de l'expérience» (Kolb, 1984), et c'est cette expérience citée par Kolb dans sa définition de l'apprentissage qui nous intéresse particulièrement dans notre recherche.

Les **expériences d'apprentissage** des élèves, ou des étudiants, sont affectées par la manière dont ils sont enseignés. Le rôle de l'enseignant dans la classe et la méthode d'enseignement auront une incidence positive ou négative sur l'expérience d'apprentissage.

Pour favoriser l'apprentissage, le **rôle de l'enseignant** n'est donc plus de transmettre des connaissances comme telles, mais de concevoir et d'animer des **activités d'apprentissage** dans lesquelles les étudiants mobilisent leurs connaissances pour faire face à des situations nouvelles et motivantes, qui les amènent à interagir pour chercher et traiter l'information (Parmentier et Paquay, 2002). L'enseignant peut jouer un rôle actif dans l'exploration de l'intérêt auprès des étudiants pour favoriser leur motivation (Cabot, 2017).

Effectivement, lorsque les élèves participent activement au processus d'apprentissage, on obtient de meilleurs résultats d'apprentissage (Osterman et Kottkamp, 1993). Par

PROBLEMATIQUE

conséquent, l'utilisation d'une approche d'apprentissage exigeant la **participation active** des apprenants est recommandée (Beranic et Hericko, 2019), il est donc recommandé de mettre en œuvre des **méthodes d'apprentissage** qui obligent les étudiants à participer activement, telles que des méthodes d'**apprentissage par l'expérience appelé aussi apprentissage expérientiel** (Beranic et Hericko, 2019).

Les pratiques pédagogiques des enseignants font une différence sur la persévérance et la réussite en enseignement supérieur (Guay, 2021). En effet, certaines pratiques pédagogiques utilisées par les enseignants peuvent constituer un petit pas pour la persévérance de certains étudiants, tandis que d'autres s'avèrent de réelles enjambées (Guay, 2021). Il est souhaitable de diversifier les stratégies pédagogiques puisque chacune d'entre elles ne permet pas d'atteindre les mêmes buts d'apprentissage; le fait d'en utiliser une diversité permet donc de bénéficier de leurs avantages respectifs (Joyce, Weil et Calhoun 2015, cités dans Tremblay-Wragg et al, 2019).

Offrir à tous une éducation de qualité est au cœur de l'agenda Éducation 2030. Pour atteindre cet objectif, il faudra « des professeurs qualifiés, formés, correctement rémunérés et motivés » (UNESCO, 2016, p. 30).

L'enseignant universitaire joue un rôle important dans le processus d'enseignement-apprentissage. Ses pratiques pédagogiques et son intérêt pour les approches d'apprentissage font une différence sur la persévérance et la réussite en enseignement supérieur. D'ailleurs, plusieurs études mettent en évidence l'effet des pratiques d'enseignement et d'évaluation sur la motivation et la persévérance des étudiants (Ames, 1987; Good et Brophy, 2000; Tardif, 1992; Viau, 2009). **C'est pourquoi cette recherche porte son attention sur l'application d'une approche d'enseignement innovante et adéquate pour l'enseignement de l'architecture.**

L'apprentissage expérientiel se présente comme une forme particulière d'apprentissage à partir de l'expérience de la vie, souvent en contraste avec les cours magistraux et l'apprentissage en classe. C'est un apprentissage dans lequel l'apprenant est directement en contact avec les réalités étudiées (Keeton et Tate, 1978).

L'apprentissage expérientiel est fréquemment associé à une **approche constructiviste**, il peut être compris comme un processus par lequel un apprenant construit des connaissances, des compétences et de la valeur à partir d'expériences directes (Spiro et al, 1999), il s'agit d'apprendre par l'expérience (Shiralkar, 2016, p. 1). Son savoir résulte de la combinaison de l'expérience de saisie et de transformation » (Kolb, 1984, p.41). On pense que l'apprentissage par l'expérience immerge les apprenants dans une expérience, puis

PROBLEMATIQUE

encourage la réflexion sur l'expérience pour développer de nouvelles compétences, attitudes ou façons de penser (Lewis et Williams, 1994).

Des **activités expérientielles** telles que des exercices, des jeux de rôle, des jeux et des projets sur le terrain, peuvent être proposées lorsqu'elles sont basées sur un apprentissage expérientiel. Dans ce cas, l'accent est souvent mis sur l'expérience sensorielle directe et l'action en contexte comme source principale d'apprentissage

La théorie de l'apprentissage expérientiel (ELT) a été développée par Kolb sur la base d'un certain nombre de théories, notamment le pragmatisme de Dewey, la psychologie sociale de Lewin, le développement cognitif de Piaget, la thérapie centrée sur le client de Ruler, l'humanisme de Maslow et la Gestalt-thérapie de Perls (Kolb, 1984).

Kolb a plaidé pour l'utilisation de modèles d'enseignement qui aident les apprenants à comprendre tout au long du cycle d'apprentissage pour atteindre un apprentissage «profond», ainsi que l'introduction de méthodes d'apprentissage par l'expérience dans l'éducation (Trucker, 2007).

Dans cette étude, nous traitons particulièrement le modèle d'enseignement 4MAT (McCarthy, 1987), qui peut être classé comme un modèle de style d'apprentissage à quatre facteurs, mais qui sert également de cadre conceptuel pour l'enseignement.

Ce modèle est une approche d'enseignement intégrée, qui permet de compiler **différentes stratégies et méthodes d'enseignement** basées sur la théorie constructiviste. Ce modèle encourage également les élèves à développer leur propre compréhension et leurs propres perceptions. L'utilisation de différentes **stratégies d'enseignement** ensemble de manière intégrée rend l'apprentissage plus intéressant et plus favorable et augmente la permanence (Merrill, 2001; Raija, 2001 cité par Pruekpramool, 2011).

Style d'apprentissage

Autre point très important dans le processus d'apprentissage est **le style d'apprentissage**. On reconnaît dans l'enseignement supérieur, que différents styles d'enseignement et d'apprentissage ont été observés (Felder et Soloman, 1988). Le style d'apprentissage peut être défini comme la manière dont on apprend car les gens apprennent de diverses manières et les styles d'apprentissage varient d'un individu à l'autre (Nussbaumer, 2001). Individuellement, les gens ont des styles d'apprentissage différents tout comme ils ont des personnalités différentes (Eysenck, 1990).

Le style d'apprentissage est une caractéristique des forces et des préférences dans la manière dont les étudiants prennent et traitent les informations, (Felder, 1996), C'est aussi des caractéristiques de comportements cognitifs, affectifs et physiologiques qui servent

PROBLEMATIQUE

d'indicateurs relativement stables de la façon dont les apprenants perçoivent, interagissent et réagissent à l'environnement d'apprentissage (Keefe, 1979).

La théorie des styles d'apprentissage a montrée que les individus apprennent de diverses manières (Claxton et Murrell, 1987; Kolb, 1985) et ont des forces et des faiblesses différentes (Kolb, 1985). C'est la raison pour laquelle il va falloir opter pour des stratégies d'enseignement et des méthodes d'enseignement qui reconnaissent les différents styles d'apprentissage (Nussbaumer, 2001).

Style d'apprentissage et stratégies pédagogiques

Felder et Brent (2005) soutiennent que les étudiants ont différents niveaux de motivation et des attitudes différentes envers l'apprentissage et l'enseignement. Par conséquent, **la reconnaissance des préférences d'apprentissage des étudiants peut améliorer la capacité du corps professoral à développer et à concevoir de nouvelles opportunités d'apprentissage** (Massey et al, 2011) et, en même temps, aider les étudiants à améliorer leur efficacité d'apprentissage dans et en dehors de la classe (Dembo et Howard, 2007). Donc il est primordial de connaître les styles d'apprentissage des étudiants pour réussir le processus d'apprentissage.

Tout le monde a un style d'apprentissage différent, tout comme ils ont des personnalités différentes (Eysenck, 1990). **Les stratégies d'enseignement qui couvrent tous les styles d'apprentissage** permettront à tous les élèves d'apprendre selon leurs propres styles et de relever les défis de l'apprentissage par d'autres styles (Nussbaumer, 2001).

Selon Kolb (1984), différents modes d'apprentissage se retrouvent au sein des professions qui sont **pluridisciplinaires**, comme l'**architecture**, et nécessitent des compétences diverses. Les architectes, ont besoin d'une variété de capacités de réflexion, allant de l'artistique (cerveau droit, créatif) à l'ingénierie (cerveau gauche, décideurs). McCarthy (1980) a utilisé les travaux de Kolb pour superposer l'hémisphère dans la construction d'un modèle à quatre étages, qu'elle a appelé le système à 4 matrices (McCarthy, 1980). Le système 4MAT de McCarthy et le cycle d'apprentissage en quatre étapes de Kolb sont conçus pour améliorer les capacités d'apprentissage et de résolution de problèmes grâce à un processus (Nussbaumer, 2001). Des cours conçus pour traverser toutes les étapes du cycle d'apprentissage de Kolb permettront aux étudiants d'apprendre et de se remettre en question dans le processus d'apprentissage, tout en ayant des styles d'apprentissage différents (Stice, 1987).

Ce cadre théorique peut alors présenter une excellente base pour asseoir les stratégies pédagogiques qui seront proposées pour l'enseignement de la lumière naturelle en

PROBLEMATIQUE

architecture. Il s'agit en réalité d'une stratégie pédagogique basée sur les visées de l'apprentissage expérientiel, et qu'on nommera **stratégie pédagogique expérientielle**.

Pour finir cette partie, rappelons qu'il ne faut surtout pas négliger l'importance d'améliorer les compétences visuelles dans l'enseignement de l'architecture, et ce, en mettant l'accent sur les activités du cerveau droit. En effet, mettre l'accent sur les activités du cerveau droit peut encourager la pensée visuelle et créative chez les étudiants en architecture, ce qui leurs permettra de mieux saisir et d'approfondir leur expérience d'apprentissage (Nussbaumer, 2001).

La problématique

La problématique de cette recherche est ancrée dans le domaine éducatif et plus précisément, dans le domaine de l'enseignement supérieur. Elle cible plus précisément le problème de l'enseignement de la lumière naturelle dans les écoles d'architecture en Algérie. Son contexte s'inscrit dans la foulée des réformes du système éducatif universitaire qui met l'action, entre autres, sur l'importance de prendre en considération les styles d'apprentissage des étudiants, et de proposer des approches pédagogiques qui s'incèren dans un style d'apprentissage expérientiel.

Un enseignement supérieur en souffrance

Les tendances mondiales de ces dernières années indiquent une baisse de la motivation des professeurs (Crehan, 2016 ; UNESCO IIRCA, 2017). Tous les pays peinent à attirer et à stabiliser des enseignants de qualité, essentiellement par l'insuffisance des mécanismes d'incitation et la faible motivation (Crehan, 2016 ; Han et Yin, 2016 ; UNESCO IIRCA, 2017).

Plusieurs facteurs peuvent démotiver les enseignants comme les mauvaises conditions de travail, la limitation des budgets d'où l'insuffisance d'infrastructures et de matériel pédagogique, et les pénuries d'équipements (bureaux, documentations et autres support pédagogiques) (TTF, 2016 ; UNESCO IIRCA, 2017 ; Banque mondiale, 2018). Ajouter à cela, les enseignants sont confrontés à l'augmentation du nombre d'étudiants par enseignant et à la détérioration de leurs conditions de travail en raison de la hausse des taux de scolarisation dans de nombreux pays à faibles revenus, (UNESCO IIRCA, 2017 ; Banque mondiale, 2018).

PROBLEMATIQUE

Pour finir, on doit forcément se pencher sur le manque de formation et d'accompagnement pédagogique des enseignants.

Ces derniers sont amenés à exercer leur fonction très vite après l'obtention d'un niveau disciplinaire qui les certifie sans avoir un temps de formation et d'accompagnement pédagogique et didactique conséquent (Faure et al, 2017). Aucun diplôme de type doctorat ou HDR ne garantit des compétences didactiques. C'est le cas pour toutes les disciplines ; l'architecture n'y échappe pas (Journel, 2020).

L'enseignement de l'architecture : un enseignement enraciné dans ses traditions d'ordre rigide et d'homogénéité.

Trois quarts **des étudiants** en architecture estiment que le stress a un impact sur leur physique (fatigue, prise ou perte de poids, problème de dos, anxiété...), 68% ressentent une pression égale ou supérieure à 7/10 et 30% souhaiteraient consulter un psychologue. Ce sont les chiffres que l'UNEAP a publiés en 2018. L'Architects' Journal a également révélé un environnement troublant de maladies liées au stress, suite à un sondage réalisé auprès des étudiants en architecture. Dans l'ensemble, 52% des personnes interrogées ont montré une certaine anxiété au sujet de leur santé mentale.

Le **projet architectural** reste au cœur des débats dans la formation des architectes. Les objectifs sous-jacents de la formation en architecture changent avec l'âge et le temps. Mais les principes de base qui se forment dans les studios restent constants et se transmettent de génération en génération. Selon les mots de Garry Stevens, « Ils deviennent la capitale culturelle architecturale, le sujet de l'identité architecturale ». Combien d'artistes géniaux et d'artisans subtils sont incapables d'expliquer comment ils ont produit leurs œuvres ? La pratique d'une chose et son enseignement sont deux choses différentes. Il est capital de commencer par cette distinction.

Penser que savoir pratiquer une chose rend automatiquement ou naturellement compétent pour l'enseigner c'est nier la valeur de disciplines telles que la pédagogie et la didactique. Si l'on considère que la pratique garantit l'enseignement, il n'y a plus qu'un pas pour penser que les bons praticiens (ou les praticiens reconnus) font les bons enseignants. Il faut être attentif ici et se garder de confondre les efforts apparemment « pédagogiques » qu'un architecte développe parfois pour convaincre une maîtrise d'ouvrage de cette autre « pédagogie » adressée aux étudiants (Vitalis et Baron, p64, 2020). Le projet architectural (que l'on pourrait résumer en disant qu'il est la construction d'un ordre à partir du rapprochement de réalités hétérogènes) est un mode de penser spécifique. Il nécessite à la fois une formation longue et un apprentissage pratique, l'acquisition de savoirs et de

PROBLEMATIQUE

savoir-faire particuliers, directement liés à la conception et à la réalisation matérielle de formes, d'espaces et d'objets. Il ne saurait se contenter de la simple accumulation d'un ensemble de savoirs (fussent-ils nombreux et approfondis) comme le propose en général le modèle universitaire actuel. Contrairement aux universités ou aux écoles techniques, les écoles d'architecture sont donc à la fois pratiques et théoriques.

Pour finir ce volet, on doit forcément évoquer **les enseignants en architecture et leurs enseignements**. En effet, les modèles traditionnels sous-jacents et les normes fondamentales de la pensée sont toujours présents dans l'enseignement et la pratique de l'architecture. Péniblement, il continue de vanter l'autonomie tyrannique des processus établis. Cette méthode d'enseignement peut étouffer les opportunités de formation de pratiques expérimentales. Cela sape la créativité et exacerbe un trait négatif : la peur de faire des erreurs.

Ce qu'on appelle un peu vite la pratique du projet ne se transmet pas sans un ensemble de théories, de méthodes critiques, sans une culture de l'architecture qui font directement partie de l'enseignement du projet. Dans les écoles d'architecture, l'enseignement de l'analyse architecturale ou l'histoire architecturale de l'architecture, la connaissance des doctrines architecturales, la construction architecturale, l'apprentissage de la forme et de l'espace, les études urbaines, l'architecture d'intérieur et l'équipement ne sont pas enseignés par les architectes avec une problématique projectuelle en optant pour un apprentissage projectuel. L'enseignement de l'architecture est très normatif en termes d'obtention d'un ordre homogène. Une culture de la main-d'œuvre émanant du haut du siège - le tuteur, et imposée au bas - les freshers. C'est une culture qui rejette toute autre explication. Il opère par tyrannie totale - fiasco de déchiquetage de feuilles et ratés inexplicables. **La charrette** est cette culture, ancrée depuis des décennies, qui pousse les étudiants à travailler jusqu'à l'épuisement pour rendre leur travail en temps et en heure. Un travail "acharné où tout est relégué au second plan, – l'alimentation, le sommeil, la santé –, au profit du rendu". Ce sont souvent les enseignants-praticiens qui amènent la charrette dans les écoles car ils estiment que c'est inhérent à leur métier.

Le recrutement des enseignants en architecture présente un élément très important à relever dans cette problématique. Ce recrutement est généralement réalisé de façon rapide et massive. Autre spécificité de ce recrutement en architecture, consiste à posséder à un recrutement par groupes de disciplines, ce qui présente un grave défaut, car loin de n'être qu'une simple modalité de recrutement, il induit automatiquement un découpage des écoles en départements, constitués par groupes de disciplines. Il met ainsi sur un pied d'égalité,

PROBLEMATIQUE

pour le long terme et d'une façon permanente, les enseignements propres à l'architecture et ceux qui relèvent des disciplines extérieures (au sens où leur intérêt, leur dynamique, leurs recherches sont extérieures à l'architecture). Ceci ne met face à une situation particulière : une formation doctorale en architecture loin de l'architecture.

Actuellement, il n'y a pas de doctorat d'architecture et la formation doctorale, si elle est appropriée à la recherche théorique, n'a strictement rien à voir avec la maîtrise du projet, lequel doit rester au centre de la discipline architecturale. Pour finir, on doit mettre l'accent sur le manque d'intervention (cadrage) pour améliorer la pédagogie des enseignants, et revenir sur des pratiques anciennes concernant l'organisation des enseignements.

L'enseignement de la lumière naturelle en architecture : un domaine qui demande à être développer

L'enseignement de l'éclairage est généralement attribué au **domaine technique** des programmes de conception. Ces cours sont généralement sous forme **de cours magistraux**, basés sur des méthodes déductives centrées sur l'enseignant.

L'apprentissage et l'évaluation sont basés sur la reconnaissance, le rappel et une application simple. Ce type de cours fournit des méthodes adéquates pour un apprentissage introductif, mais montre des lacunes dès qu'il s'agit d'applications des stratégies d'éclairage naturel sur des projets de conception. On se retrouve ainsi avec des ouvertures surdimensionnées, un contrôle solaire inadéquat et un manque de coordination avec l'éclairage électrique. Il est évident que l'étudiant n'a pas construit une compréhension des comportements ou de l'intensité de la lumière naturelle, et qu'il n'a pas la capacité de reconstituer un schéma d'éclairage naturel pour chaque projet. Dans ce cas, un schéma d'éclairage naturel de base a été extrait du cours d'introduction et appliqué au problème de conception d'une manière simplifiée à l'extrême, ce qui a entraîné un transfert défectueux (Theodorson, 2012).

Le problème avec les **cours magistraux** est que « l'autorité implicite du format de conférence obscurcit la nature conversationnelle de l'apprentissage plutôt que de l'encourager et de le démontrer » (Sweeting, 2014). Ces méthodes présentent d'autres lacunes telles que la domination de l'autorité des instructeurs, une application unidirectionnelle, la répétition des monologues et l'environnement physique de la salle de classe (Sweeting, 2014). Ces cours sont vus de manière négative, et sont perçus comme les matières les plus ennuyeuses de la formation des étudiants, révélant le caractère non durable de cette approche (Theodorson, 2012). Les méthodes existantes pour dispenser ces cours ne correspondent ni à la tradition de l'enseignement / apprentissage de la conception en architecture ni aux nouveaux mouvements d'enseignement (Shareef et Farivarsadri,

PROBLEMATIQUE

2020). Ce type de cours fournit des méthodes suffisantes pour l'apprentissage introductif, mais des problèmes surviennent lors du transfert de connaissances vers des cas plus complexes (Theodorson, 2012), notamment lors de l'application des cours magistraux en atelier.

Les **cours techniques** sont principalement axés sur les cours magistraux et sont devenus des matières moins critiques dans la vie académique des étudiants en architecture (Yunus, 2000 ; Voyatzaki, 2002 ; Ridgway, 2003 ; Carpenter, 2004 ; Nicol and Pilling, 2005). (Gelernter, 1988) et (Yunus, 2000) ont mentionné que les connaissances acquises par les étudiants en architecture dans ces cours techniques ne sont pas transférées à leurs projets de conception.

A tous ces problèmes relatifs au programme et aux méthodes d'enseignement de la lumière naturelle en architecture, s'ajoute l'**absence de méthodes d'enseignement spécifiques à la lumière naturelle**, contenant un contenu, des consensus, et des prescriptions. Mais aussi, un programme en architecture trop **chargé**, qui lègue l'enseignement de la **lumière naturelle** au **second degré**, et qui mène vers l'enseignement de certains aspects jugés plus importants dans la formation des étudiants en architecture, tel que la composition volumétrique, la fonctionnalité, la structure, ...etc.

La **lumière naturelle** est un phénomène **physique et sensible**. Le phénomène physique est caractérisé par deux aspects physiques dont la définition et la description ont évolué au cours de l'histoire des sciences, le premier est l'aspect ondulatoire, et le second est un aspect corpusculaire. La lumière naturelle peut être définie aussi sous un angle plus sensible décrivant son influence, comme effet visible, sur l'homme, le cadre bâti et l'environnement naturel qui l'entoure. Cette dimension sensible peut être révélée à travers l'expérience des architectes qui considèrent la lumière naturelle comme un outil de matérialisation de leurs concepts architecturaux.

L'enseignement du phénomène physique que la lumière naturelle peut présenter, renvoie à une approche quantitative, qui consiste à évaluer un environnement éclairé naturellement, afin de prédéterminer l'éclairage naturel. Dans l'enseignement de la lumière naturelle en architecture, trois méthodes d'enseignement sont appliquées. La première est une méthode de calcul simplifiée, elle est ancienne et obsolète. Les deux autres nécessitent un engagement et un investissement financiers importants de la part de l'école d'architecture. Généralement, ce sont les écoles d'architecture ayant un laboratoire de recherche sur les ambiances architecturales qui utilisent ces méthodes (c'est le cas de l'école d'architecture de Grenoble, Laval, MIT...). Il s'agit de : la modélisation en utilisant des maquettes des

PROBLEMATIQUE

modèles réduits, et des mesures, et qui nécessitent : ciel artificiel, Heliodon, Appareils de mesure, Appareils photos et objectifs (lentilles) spécifiques, ...etc, et des méthodes de calcul avancées et simulations numériques qui exigent : des outils de simulations informatiques (logiciels payants), et une maîtrise du logiciel.

L'aspect sensible de la lumière naturelle réside dans la qualité de la lumière de l'environnement lumineux. Cette appréciation est **subjective**, et les réactions dépendent de nombreux paramètres **socioculturels** qui sont propres à chacun. Une personne pourra ressentir un espace comme élégant alors qu'une autre le trouvera prétentieux ou fade. L'émotion générée par une scène visuelle ne vient pas de la compréhension mentale à savoir la seconde phase de la vision, mais d'une appréciation émotionnelle qui vient ensuite. C'est cette phase qui explique nos émotions face à la « magie du lieu ». C'est cette subjectivité qui cause la difficulté d'enseigner l'aspect sensible de la lumière naturelle en architecture.

Pour finir, il faut préciser que pour pouvoir enseigner la lumière naturelle en architecture, l'enseignant doit avoir un **intérêt pour la lumière naturelle**. Cet intérêt dépend de ses connaissances préalables au sujet de la lumière naturelle, de sa formation, de ses attitudes, son engagement, ses opinions, sa motivation, et ses valeurs. La présence ou pas d'un laboratoire de recherche sur cette thématique au sein de l'école d'architecture, peut aussi influencer sa motivation à intégrer ce paramètre environnemental dans ses cours.

Dans cette problématique, **trois composantes** entrent en jeu et se mettent en relation. Il s'agit de : la stratégie pédagogique expérientielle, les style d'apprentissage, et la lumière naturelle en architecture (figure1).

La première relation relie : la stratégie pédagogique expérientielle aux styles d'apprentissage. Elle tend de montrer l'importance de prendre en considération les différents styles d'apprentissage dans le processus d'apprentissage, et à révéler comment l'application d'une stratégie pédagogique basée sur l'expérience peut respecter les différents styles d'apprentissage.

La deuxième relation unit les style d'apprentissage, et la lumière naturelle en architecture, dans le but révéler les styles d'apprentissage des étudiants en architecture et voir l'impact que pourrait avoir les styles d'apprentissage sur le processus d'enseignement de la lumière naturelle.

Et pour finir, la troisième relation qui relie stratégie pédagogique expérientielle et la lumière naturelle en architecture illustrera la façon avec laquelle une stratégie pédagogique

PROBLEMATIQUE

qui s'insère dans l'apprentissage expérientiel expérientielle peut s'appliquer a l'enseignement de la lumière naturelle.

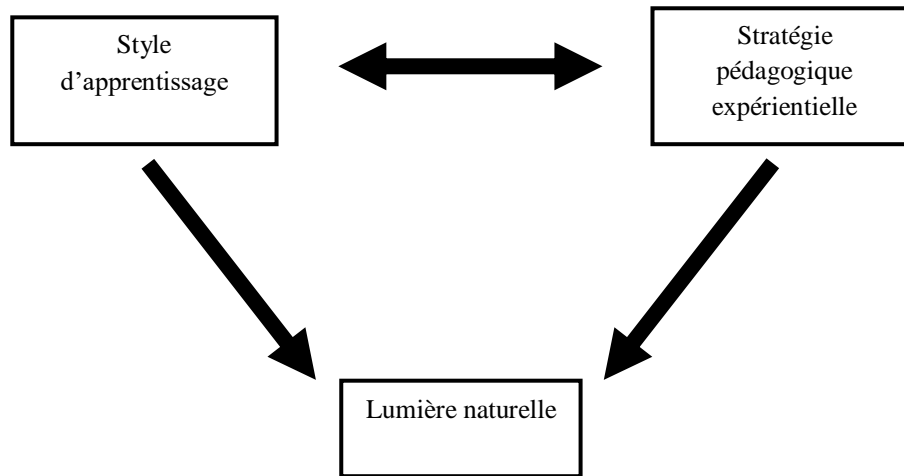


Figure 1 : Les trois composantes de notre problématique (Source : l'auteur)

Les apports d'autres recherches ayant explorés des situations-problèmes similaires

Cette partie sera plus développée dans notre thèse, mais on a jugé important de citer quelques travaux de recherche qui explorent des situations-problèmes similaires à notre travail de recherche

Apprentissage expérientiel dans l'enseignement de l'architecture : des applications proposées dans le cadre de recherche scientifiques

Afin de mieux répondre aux besoins des étudiants, les formateurs universitaires doivent impérativement revoir leurs stratégies pédagogiques. Dans cette perspective, plusieurs chercheurs en architecture se sont intéressés à l'apprentissage expérientiel. Cela a fait l'objet de plusieurs travaux de recherche dans lesquels ces chercheurs ont proposé une approche pédagogique qui s'incère dans cet apprentissage expérientiel.

La revue de la littérature a révélé une prédominance d'études traitant **l'apprentissage expérientiel** comme méthode d'enseignement, ou comme modèle d'enseignement. C'est le cas de Guinther et Carll-White (2014) et Salama (2007) qui ont tenté d'utiliser l'espace comme espace d'apprentissage et d'exposer les étudiants à des matériaux de source primaire. C'est aussi le cas de NehaKolhe et Aparna (2017), Rodriguez (2017), Blanckaert et al. (2019), MackIntosh, (2014),Dewsbury et al (2014),et Djabarouti J et O'Flaherty C. (2019) qui ont proposé un apprentissage par la fabrication, la construction, et la pratique, un apprentissage qui passe par « les mains ». Senbel(2012) a fait recours à l'apprentissage

PROBLEMATIQUE

expérientiel dans un atelier de Co-création, tout comme Badrinarayanan Srinivasan (2011) et Sano(2007) qui ont abordé un projet de conception avec une technique de Recherche-Action, et comme Jones (1995) qui a tenté d'introduire un concept de conception avec des visites de projets, des entretiens avec les membres des groupes d'utilisateurs, et des entretiens avec les directeurs de projet. Toujours dans le cadre de l'apprentissage expérientiel, deux autres études méritent d'être citées. La première est celle de Bakarman(2002) qui a développé une technique d'enseignement de conception. Il s'agit d'un outil de conception-apprentissage (l'outil d'apprentissage architectural ALT). Et la deuxième est celle de Bhagyashriet al (2020) qui a introduit le modèle d'apprentissage VAK (visuel, audio et kinesthésique) dans un atelier de conception.

L'apprentissage par problèmes (**PBL**) a servi comme méthode d'enseignement pour certains chercheurs. C'est le cas de Kimmons et Spruiell(2003) et Urquhart (2013) qui ont créé un cadre d'enseignement / apprentissage en collaboration. C'est aussi le cas de Sardar et al. (2020) et de Elsharkawy et Zahiri(2017). D'autres méthodes pédagogiques ont été proposées dans l'enseignement de l'architecture. C'est le cas de Salama (2010) qui s'est appuyé sur un apprentissage basé sur l'investigation (**IBL**), issu des parallèles entre l'apprentissage par problèmes (PBL), la pédagogie constructiviste et la conception. C'est aussi le cas de Ciravoğlu(2014) qui a partagé une nouvelle méthode, des types de méthodologies d'apprentissage ou un cadre pédagogique dans l'enseignement d'un atelier de conception architecturale

Il en ressort de cette revue de littérature traitant l'utilisation d'une stratégie pédagogique innovante selon les visées d'un apprentissage expérientiel, que l'enseignement magistral devrait être évité à l'université, car son utilisation de façon unique ne favorise pas un haut niveau de motivation chez les étudiants, et qu'il faut privilégier plutôt l'utilisation de stratégies pédagogiques actives utilisées de façon unique dans le cadre des cours, afin d'améliorer la performance des étudiants.

Modèles de style d'apprentissage : des applications pour connaître les styles d'apprentissage des étudiants en architecture

Afin de connaître le style d'apprentissage des étudiants, plusieurs inventaires ont été élaborés, on citera le modèle de styles d'apprentissage de Honey et Mumford, le modèle VARK de Fleming et Mills, l'inventaire de Rita et Kenneth Dunn, et Myers-Briggs Type Indicator (MBTI), Willing.

PROBLEMATIQUE

Dans cette recherche, l'accent sera mis sur deux inventaires en particulier, l'inventaire de style d'apprentissage de Kolb, et l'index de style d'apprentissage de Felder, car ceux sont les inventaires qui ont été le plus utilisés dans la recherche en architecture.

La revue de littérature révèle que dans l'enseignement de l'architecture, peu d'études ont étudié le rôle de l'apprentissage expérientiel en utilisant l'inventaire de style d'apprentissage de Kolb (Schon 1984 & 1987, Demirbas & Demirkan 2003, Demirbas?, Kvan & Yunyan 2005, Salama & Wilkinson 2007, & Sano 2007).

Elle révèle aussi que peu d'études ont fait recours à l'index de style d'apprentissage de Felder (Mostafa, M., & Mostafa, H 2010, Demirkan et Demirbas 2010, Demirkan, H.& Demirbas, O. O 2010, Demirkan H 2016, et Labib W and al 2019).

Il manque clairement l'effort de développer un modèle de cours concret «centré sur l'apprenant (Weimer 2002) en utilisant la théorie de l'apprentissage expérientiel de Kolb dans l'enseignement de l'architecture.

Apprentissage expérientiel et enseignement de la lumière naturelle en architecture : quelques propositions à prendre en considération

Pour ce qui est de l'enseignement de la lumière naturelle en architecture, les études à avoir proposé de nouvelles méthodes pédagogiques à travers des techniques pédagogiques innovantes sont nombreuses. Plusieurs chercheurs ont fait le choix de s'insérer dans un **apprentissage expérientiel**, on citera Isoardi (2010) qui a utilisé des visites et des interviews comme technique pédagogique, Bhagyashri et al (2020) qui ont mis en application des exercices sur modèles réduits, Almaiyah et Elkadi(2014) qui ont réalisé un jeu de rôle, Gillian (2019) qui a procédé par des workshops, des modélisations, des mesures et des questionnaires, et Sarawgi (2013) qui a tenté des expériences d'apprentissage basées sur le système 4Mat de McCarthy avec les modifications de Nussbaumer.

Tous ces chercheurs ont appliqué un apprentissage expérientiel afin de proposer une méthode d'enseignement active. A l'unanimité, ces chercheurs ont vanté les mérites d'appliquer cette approche dans l'enseignement de l'architecture.

Questions de recherche, objectifs, et hypothèse

Dans une perspective quantitative interprétative, la recherche vise à déterminer les indicateurs qui peuvent améliorer la performance des étudiants en architecture, en se penchant sur les mesures que pourrait prendre l'enseignant pour améliorer le processus

PROBLEMATIQUE

d'apprentissage. Plus spécifiquement, l'étude porte sur la proposition d'une stratégie pédagogique qui s'incarne dans un cadre théorique expérientiel, et qui peut être appliquée pour les différents style d'apprentissage.

Ces intentions nous conduisent à formuler les questions de recherche suivantes :

- Quelles sont les préférences de style d'apprentissage des étudiants en deuxième année architecture ?
Dans la perception de l'information (sensation/intuition)
Dans l'entrée de l'information (visuel/verbal)
- Quelles sont leurs préférences en matière de construction et de renforcement des connaissances ?
Dans le traitement de l'information (actif/réflexif)
Dans la progression pour comprendre les informations pertinentes (séquentiel/global)
- Proposer des expériences d'apprentissage basées sur l'apprentissage expérientiel comme cadre théorique peut il présenter une approche pertinente pour l'enseignement de la lumière naturelle en architecture ? Autrement dit, l'application d'une stratégie pédagogique expérientielle peut elle-être bénéfique pour réussir l'enseignement de la lumière naturelle en architecture ?
- Comment pouvons-nous améliorer la performance des étudiants en architecture ? cette performance peut-elle avoir un lien avec le style d'apprentissage des étudiants ? autrement dit, la performance peut elle dépendre du style d'apprentissage de l'étudiant ?

La recherche comporte un objectif général qui consiste à :

Améliorer la performance des étudiants en architecture en présentant un nouveau cadre théorique pour l'enseignement de la lumière naturelle en architecture qui se base sur l'apprentissage expérientiel.

La recherche comporte aussi deux objectifs spécifiques qui consistent à :

- Déterminer les styles d'apprentissage des étudiants de deuxième année architecture
- Proposer une stratégie pédagogique qui met en œuvre une approche expérientielle, et qui s'adapte aux styles d'apprentissage des étudiants en architecture.

La recherche propose l'hypothèse suivante :

La proposition et l'application d'un nouveau cadre théorique pour l'enseignement de la

PROBLEMATIQUE

lumière naturelle en architecture qui se base sur l'apprentissage expérientiel, peut améliorer la performance des étudiants en architecture.

CHAPITRE 1 : STYLES D'APPRENTISSAGE

Introduction

Ce chapitre tend, dans un premier temps, d'éclaircir le concept de style d'apprentissage, en essayant de les définir, et d'expliquer l'importance de connaître les styles d'apprentissage des apprenants dans le processus d'apprentissage.

Par la suite, il présente des modèles de styles d'apprentissage les plus utilisés dans la recherche, tout en mettant l'accent sur les modèles de ces styles d'apprentissage et leurs instruments de mesure les plus utilisés dans la recherche en architecture.

A la fin de ce chapitre, on tentera d'expliquer le lien entre les styles d'apprentissage et l'enseignement de l'architecture, on fera une recension d'écrits sur l'application des instruments de mesure des styles d'apprentissage (LSIKolb et ILS Felder – Silverman) dans le domaine de la recherche en architecture, et on terminera par une synthèse de cette lecture afin d'avoir une meilleure vision sur la méthodologie de notre recherche.

1- Les styles d'apprentissage

1. 1- La différence des étudiants

Les étudiants ont des forces et des préférences différentes dans la manière dont ils reçoivent et traitent l'information, c'est-à-dire qu'ils ont des styles d'apprentissage différents. Certains préfèrent travailler avec des informations concrètes (faits, données expérimentales) tandis que d'autres sont plus à l'aise avec des abstractions (théories, informations symboliques, modèles mathématiques). Certains sont friands de la présentation visuelle d'informations - images, diagrammes, organigrammes, schémas, etc., et d'autres tirent davantage parti d'explications verbales. Certains aiment apprendre en essayant des choses et en voyant et en analysant ce qui se passe, et d'autres préfèrent réfléchir aux choses qu'ils envisagent de faire et en comprendre autant qu'ils le peuvent avant de les essayer réellement (Felder et Silverman, 1988).

Lorsque les styles d'apprentissage des étudiants d'une classe et le style d'enseignement de l'enseignant sont sérieusement incompatibles, les apprenants peuvent s'ennuyer, être inattentifs, mal réussir les examens, se désintéresser des cours et du programme, et dans certains cas changer de cursus ou abandonner le programme (Felder, 1996). Au cours du

processus d'apprentissage, les étudiants présentent différents styles par lesquels ils observent, ressentent et interprètent l'information. Les préférences personnelles lors de l'apprentissage sont décrites comme son style d'apprentissage, et différents styles d'apprentissage individuels peuvent être développés en fonction de ses capacités et de ses préférences (Chen et al, 2005), mais les différences individuelles dans les styles d'apprentissage peuvent également être une conséquence de caractéristiques démographiques telles que le **genre** (Wehrein et al, 2007, et Shenwai, Patil, 2017), la **culture** (De Vita, 2001, et Hayes Allinson, 1988) ainsi que les **exigences d'apprentissage** et le **domaine d'études** (Matthews, 1994 et Sajedi, 2014).

1.2- Les différents styles d'apprentissage

Le style d'apprentissage est un « *moyen par lequel on apprend, chacun individuellement différent et relativement comparable à l'intelligence ou à la personnalité* » (Eysenck, 1990, p. 208). Les styles d'apprentissage varient d'une personne à l'autre, tout comme les personnalités. Les théories du style d'apprentissage montrent que les individus apprennent de différentes manières (Claxton & Murrell, 1987 ; Kolb, 1985).

D'un point de vue hypothétique, un apprenant traverserait consciemment toutes les phases du cycle d'apprentissage (Demirbas et Demirkan, 2003). Cependant, la plupart des études ont montré que tous les apprenants ne vivent pas de manière égale chaque phase du cycle. De plus, aucune des phases du cycle n'est plus importante que les autres. Cela suggère que la préférence des apprenants entre les phases du cycle ne fait pas d'eux de meilleurs ou de moins bons apprenants (Kolb, 1984 ; Smith et Kolb, 1996 ; Willcoxson et Prosser, 1996). Chaque style d'apprentissage a ses propres forces et faiblesses, mais cela ne signifie pas que l'un est meilleur que l'autre (Demirbas et Demirkan, 2003). L'équipe de Coffield (2004) a identifié 71 modèles de style d'apprentissage différents, qu'elle a subdivisés en 13 modèles majeurs et 58 modèles mineurs.

1.3- L'importance d'identifier et de comprendre les styles d'apprentissage

Identifier et comprendre les styles d'apprentissage présente de nombreux avantages, on citera :

- L'apprenant sera en mesure d'intégrer leur style à leur processus d'apprentissage (Hawkar Akram Awla, 2014). En conséquence, le processus d'apprentissage sera plus facile, plus rapide, plus agréable et plus efficace.
- L'apprenant pourra résoudre les problèmes plus efficacement (Biggs, 2001).

CHAPITRE 1 : STYLE D'APPRENTISSAGE

- L'apprenant peut apprendre à apprendre, devenir plus autonomes et responsable de ses propres apprentissages, augmenter la confiance des apprenants, et diminuer le contrôle des enseignants (les apprenants deviennent le centre du processus d'apprentissage et contrôlent leur apprentissage, tandis que les enseignants agissent en tant que facilitateurs (Gilakjani et Ahmadi, 2011)
- Aider les enseignants à concevoir des plans de cours adaptés aux styles de leurs étudiants.
- Avoir une meilleure performance en faisant travailler les étudiants en groupe sur la base de styles d'apprentissage similaires (Khurshid et, Mahmood, 2012)
- Sélectionner la bonne technique d'enseignement (Bachman CH, 2010)
- Ldpride (2012) suggère trois avantages de l'identification des styles d'apprentissage : avantages académiques, personnels et professionnels (voir annexe 1),

Pour finir cette partie, et faire le lien entre les styles d'apprentissage et l'architecture, rappelons que la recherche scientifique confirme l'importance d'aborder les styles d'apprentissage dans le développement de l'enseignement, en particulier dans les domaines liés à la conception et à l'ingénierie (Mills et al, 2005 et Felder et Silverman 1988). Connaître les préférences de style d'apprentissage des étudiants permet aux instructeurs de l'enseignement supérieur d'adopter une approche pédagogique appropriée pour améliorer les performances académiques des étudiants (Felder, 1996 et Felder, 1993). Selon Nussbaumer (2001), tous les styles d'apprentissage se retrouvent chez les étudiants en architecture d'intérieur et en architecture.

1.4- Correspondance entre : style d'apprentissage et style d'enseignement

On suppose que les apprenants apprennent mieux si leurs styles d'apprentissage correspondent au format de leur enseignement (Hawkar Akram Awla, 2014). Par exemple, un apprenant visuel peut mieux apprendre lorsque l'information lui est présentée visuellement. Cette approche est appelée « hypothèse d'apprentissage » ou, dans sa version récente, « hypothèse de maillage » ou « hypothèse d'appariement » (Pasher et al, 2009 : 108). Inversement, une inadéquation peut laisser des impacts négatifs sur les apprenants.

L'hypothèse d'apprentissage ou de maillage, a été soutenue par plusieurs études. Ses études qui ont montré que l'appariement des styles d'apprentissage et d'enseignement a influencé positivement la réussite des apprenants. Ces derniers montraient une attitude positive et de meilleurs résultats lorsque leurs enseignants répondaient à leurs besoins et à leurs préférences (Sternberg et al, 1999, Peacock, 2001, Naimie et al, 2010, et Tuan, 2011).

Cette approche nous intéresse particulièrement dans cette recherche, car d'après mon expérience, en tant qu'apprenant, j'ai toujours obtenu des scores plus élevés dans les leçons où mon style d'apprentissage a été cohérent avec le style d'enseignement de mon professeur. Cette congruence m'a aidé à prédire les attentes de l'enseignant pour les réponses requises.

1.5- Les styles d'apprentissage

1.5.1- Définition des styles d'apprentissage

Il existe de nombreuses définitions du style d'apprentissage proposées par différents chercheurs (annexe 2 et annexe 3). L'une des définitions les plus célèbres est l'approximation individuelle pour la collecte et le traitement d'informations ou de connaissances, la création d'idées et la prise de décision (Orhun, 2007). D'autres définitions ont été fournies par des chercheurs en éducation comme (Nicoll et Joan, 2009) qui le considère comme le favori de la personne en utilisant sa capacité de reconnaissance et de traitement de l'information. On peut donc dire que la préférence de l'individu pour la manière d'apprendre est la manifestation du style d'apprentissage (Harb et al, 1991).

Il a été affirmé que la réussite est liée à un apprentissage efficace, et qu'un apprentissage efficace peut également être établi par des programmes d'enseignement préparés conformément au style d'apprentissage / aux styles de l'individu (Kaya H et al, 2002).

1.5.2- Les théories du style d'apprentissage

Selon Cassidy (2004), au cours des quatre dernières décennies, de nombreuses études ont été élaborées sur les styles d'apprentissage. Coffield et al (2004) ont identifié plus de 70 théories développées au cours des trois décennies précédant l'étude sur ces types. Dans la plupart des cas, elles correspondent à des questionnaires, appliqués à grande échelle, pour identifier les styles d'apprentissage des apprenants, et la relation entre ces styles d'apprentissage des apprenants et des enseignants.

2- Modèles de style d'apprentissage

Cinq modèles de styles d'apprentissage ont été développés et ont fait l'objet d'études dans la littérature sur la formation des ingénieurs (Felder et Brent, 2005). Le plus connu de ces modèles est la théorie du type psychologique de Jung telle qu'opérationnalisée par l'indicateur de type Myers-Briggs (MBTI). Deux autres modèles qui ont été utilisés en ingénierie : Herrmann (Felder, 1996 ; Herrmann, 1990 ; Lumsdaine et Lumsdaine, 1995) et Dunn et Dunn (Dunn et al, 1989 ; Hein et Budny, 1999). D'autres modèles largement

appliqués à l'ingénierie sont ceux de Kolb (Stice, 1987 ; Felder, 1996 ; Kolb,1984; et Sharp, 1998), et de Felder et Silverman (Felder, et Silverman, 1988; Felder,1996; Felder,1993; et Sharp, 2003)

Bien qu'il existe plusieurs modèles de styles d'apprentissage, nous allons nous restreindre aux cinq modèles cités par (Felder et Brent, 2005) car notre revue de la littérature a révélé que ces cinq modèles sont les plus appliqués dans l'enseignement supérieur et en architecture. Dans un premier temps, nous évoquerons brièvement les trois premiers modèles (Myers-Briggs (MBTI, Herrmann et Dunn et Dunn), par la suite, nous détaillerons trois autres modèles (VAC, Kolb et de Felder et Silverman) car ces trois modèles les plus appliqués en architecture. Une attention particulière sera portée au modèle de Felder et Silverman, car c'est ce modèle qui sera appliqué dans notre recherche.

2.1- Modèle des styles d'apprentissage de Honey et Mumford

La théorie de l'apprentissage expérientiel de Kolb (1984) et son modèle des styles d'apprentissage forment la base du modèle des styles d'apprentissage développé par Honey et Mumford (1992). Le modèle de Honey et Mumford (Questionnaire sur les styles d'apprentissage – LSQ) établit les styles d'apprentissage à partir des stratégies que les apprenants utilisent pour saisir et transformer l'information. Ce sont : activiste, réflecteur, théoricien et pragmatique (annexe 4), correspondant respectivement aux stratégies AE, RO, AC et CE du cycle de Kolb.

2.2- L'indicateur de type Myers-Briggs

L'indicateur de type Myers-Briggs est dérivé de la théorie des types psychologiques de Carl Jung par Katherine Cook Briggs et Isabel Briggs Myers dans le but d'examiner les préférences des répondants quant à la façon de voir le monde et de prendre des décisions (King & Mason, 2020). Les personnes sont classées sur le Myers-Briggs Type Indicator (MBTI) selon leurs préférences sur quatre échelles dérivées de la théorie des types psychologiques de Jung (Lawrence,G, 1993) : les extravertis, les capteurs, les penseurs ou les sensibles, et les juges (annexe 5).

2.3- Le modèle des styles d'apprentissage de Dunn et Dunn

Initialement, en 1972, les Dunn ont identifié 12 variables qui différenciaient significativement les étudiants; trois ans plus tard, ils ont rapporté 18. En 1979, ils avaient incorporé la préférence hémisphérique et les inclinations globales/analytiques dans leur cadre. Le modèle Dunn et Dunn actuel (Dunn & Dunn, 1979) comprend 20 éléments qui, une fois classés, révèlent que les élèves sont affectés par leur : environnement, émotivité,

préférences sociologiques, caractéristiques physiologiques et inclinations de traitement psychologique (annexe 6).

3- Modèles de style d'apprentissage dans l'enseignement de l'architecture

Certains modèles de style d'apprentissage ont été utilisés dans des recherches en architecture comme l'indicateur de type Myers-Briggs qui a fait l'objet d'une étude dans le cadre de l'enseignement de l'architecture du paysage (Brown et al, 1994). Mais les trois modèles de style d'apprentissage (le modèle d'apprentissage expérientiel de Kolb, le modèle Felder-Silverman et VAK), ont fait l'objet d'études dans la littérature sur l'enseignement de l'architecture. Pour cette raison que ces trois modèles seront développés, et particulièrement le modèle de Felder-Silverman qui sera appliqué dans notre recherche.

3.1- Modèle VAK

Le modèle d'apprentissage VAK (visuel, audio et kinesthésique) a été introduit dans la classe pour rendre chaque apprenant engagé et impliqué (Gholami & Bagheri, 2013). Il peut être appliqué lorsque le cours exige un modèle d'apprentissage bien équilibré entre l'enseignement audiovisuel ou théorique avec une expérience pratique pour générer un apprentissage complet. Le modèle VAK est approprié pour cela (Bhagyashri S et al, 2020). Fleming (2001) a développé un autre instrument utilisé pour identifier les styles d'apprentissage des apprenants, et améliorer leur apprentissage. Il est basé sur la cartographie des styles d'apprentissage. Selon cet auteur, la technique VARK - Visual, Auditif, Lecteur, Kinesthésique - correspond aux quatre canaux utilisés par les individus pour recevoir et traiter l'information (annexe 7).

3.2- Modèle de styles d'apprentissage expérientiel de Kolb

Le modèle de styles d'apprentissage de Kolb est soutenu par la théorie de l'apprentissage expérientiel (ELT) de Kolb, une théorie complète de l'apprentissage et du développement des adultes (Kolb, 1984). Elle présente deux dimensions d'apprentissage bipolaires, à savoir la perception (l'axe vertical de la figure 1.1) et le traitement (l'axe horizontal de la figure 1) Kolb et Kolb (2013). Une combinaison de scores sur les deux dimensions classe les apprenants dans l'un des quatre styles d'apprentissage : accommodant (CE et AE), divergent (CE et RO), convergent (AC et AE) et assimillant (AC et RO) (annexe 8).

CHAPITRE 1 : STYLE D'APPRENTISSAGE

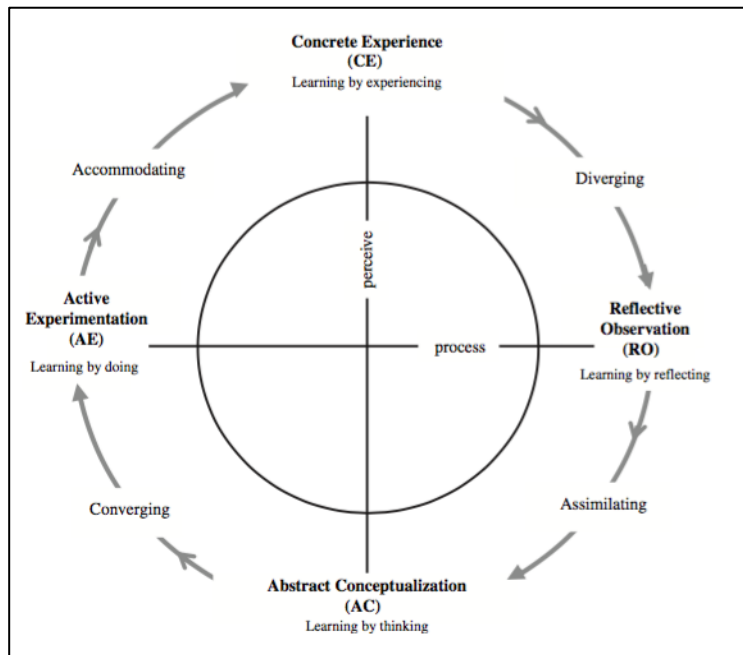


Figure 1.1 : les quatre phases d'apprentissage de la théorie d'apprentissage expérientiel de Kolb (Source : Kolb, 1999, p. 4)

3.3- Le modèle Felder – Silverman

En 1988, Richard Felder et Linda Silverman ont formulé un modèle de style d'apprentissage conçu pour identifier les différences de style d'apprentissage des étudiants en ingénierie et fournir une bonne base aux instructeurs de cette matière, pour formuler une approche pédagogique qui répond aux besoins d'apprentissage de tous les étudiants (Felder et Silverman, 1988 ; Felder,1993). En conséquence, un instrument d'identification des styles d'apprentissage (l'Index de styles d'apprentissage, ILS) a été développé ensuite.

Il a été reformulé à maintes reprises, ce qui a abouti à la conception d'un questionnaire (Felder & Soloman, 1991) d'identification des styles d'apprentissage des étudiants dans les quatre catégories précédemment identifiées par Felder et Silverman (1988). En 1997, il a été diffusé gratuitement sur internet (Schmitt & Domingues, 2016).

Le modèle classe les apprenants comme ayant des préférences pour une catégorie ou l'autre dans chacune des quatre dimensions suivantes (voir annexe 9) :

- **Sensoriel / Intuitif** (perception)
- **Visuel / Verbal** (entrée de données)
- **Actif / Réfléchi** (traitement)
- **Séquentiel / Global** (compréhension)

3.4- Liens entre le modèle Felder – Silverman et d'autres modèles de styles d'apprentissage

Chacune des dimensions énoncées a des parallèles dans d'autres modèles de style d'apprentissage, bien que la combinaison soit unique à celui-ci. C'est une des raisons qui nous a conduit à choisir ce modèle dans notre recherche. Ce modèle a la particularité de prendre en compte les autres modèles de styles d'apprentissage, qui sont reconnus et qui ont fait leurs preuves, tout en proposant une combinaison unique.

La dimension active/réflexive est analogue à la même dimension sur le modèle de style d'apprentissage de Kolb (Kolb D, 1984; McCarthy, 1987). L'apprenant actif et l'apprenant réfléchi sont respectivement liés à l'extraverti et à l'introverti de l'indicateur de type Myers-Briggs (Lawrence, 1994)

La dimension sensorielle/intuitive est tirée directement du MBTI et peut avoir une équivalence dans la dimension concrète/abstraite du modèle de Kolb (Felder, R.M., et J. Spurlin, 2005)

Les dimensions active/réflexive et visuelle/verbale ont des analogues dans la formulation visuelle-auditive-kinesthésique de la théorie des modalités (W. B. Barbe et al, 1979) et de la programmation neurolinguistique (R. Bandler et J. Grinder 1979), et la distinction visuelle/verbale est également enracinée dans les études cognitives du traitement de l'information (R. G. Crowder et R. K. Wagner, 1992)

La dimension séquentielle/globale a de nombreux analogues. Les apprenants qui présentent les caractéristiques des apprenants séquentiels ont été qualifiés de cerveau gauche dominant (McCarthy, 1987; Herrmann, 1990 et Torrance et Rockenstein, 1988), atomistes (Marton, 1988), analytiques (Kirby, 1988), sérialistes (Pask, 1988) et auditifs-séquentiels (Silverman, 2002), et les apprenants avec les traits d'apprentissage globaux ont été qualifiés de cerveau droit dominant, holistique, hiérarchique et visuo-spatial.

4- Instrument de mesure des styles d'apprentissage des individus

Identifier le style d'apprentissage d'un apprenant n'est pas aussi simple qu'il y paraît à première vue. Le style d'apprentissage d'une personne ne peut être correctement identifié que par l'utilisation d'un instrument approprié. *«Seul un instrument fiable et valide», prévient Dunn, «peut fournir des informations fiables et valides, et seul un instrument complet peut diagnostiquer les nombreux traits de style d'apprentissage qui influencent les individus»* (Shaughnessy, 1998, p. 142). Il existe plusieurs méthodes pour mesurer les styles d'apprentissage des individus (Kolb, 1976 ; Lawrence, 1982 ; Jensen, 1987). De

nombreux instruments mesurent soit le comportement de l'apprenant, soit la manière dont l'apprenant considère qu'il est le plus performant (Jensen, 1987).

Les modèles de style d'apprentissage les plus fréquemment utilisés dans la littérature sont : l'indicateur de type Myers-Briggs (MBTI), l'instrument de dominance cérébrale Hertmann (HBDI), le modèle de style d'apprentissage Felder-Silverman et l'inventaire des styles d'apprentissage de Kolb (LSI) (Felder, 1996).

4.1- L'index des styles d'apprentissage ILS

L'index des styles d'apprentissage (ILS) est un instrument de 44 questions conçu pour évaluer les préférences sur les quatre dimensions du modèle Felder-Silverman (annexe 10). Au début des années 1990, Barbara Soloman, alors coordinatrice du conseil pour le First-Year College de la NC State University, a commencé à utiliser le modèle FS pour aider ses étudiants de première année à comprendre les difficultés qu'ils pourraient rencontrer dans leurs cours. Vers 1993, Felder et Soloman ont commencé à développer un instrument pour évaluer les préférences sur chaque dimension du modèle, un effort qui a abouti à la version originale de l'Index of Learning Styles (ILS) (Felder,2020)

La première version de ILS a donc été créée en 1991 par Richard Felder et Barbara Soloman à l'université de Caroline du nord. En 1994, plusieurs centaines de réponses à la version 1 ont été collectés et soumises à une analyse factorielle, et les éléments qui ne se chargeaient pas de manière significative sur des facteurs uniques ont été rejetés et remplacés par de nouveaux éléments pour créer la version actuelle. Les quantités massives de données de réponse collectées ont donc été retenues pour valider l'instrument dans plusieurs études publiées (Felder et Spurlin 2005 ; Litzinger et al. 2007 ; Zywno 2003).

Depuis sa mise en ligne 1997, l'ILS a été consulté par des millions d'utilisateurs et utilisé dans de nombreuses recherches à travers le monde, car cette version offre la possibilité de calculer son score sur les quatre dimensions (évaluer ses préférences et son style d'apprentissage), et d'avoir des explications sur leur signification et leur interprétations gratuitement.

5- Styles d'apprentissage et enseignement de l'architecture

Selon Kolb (1984), différents modes d'apprentissage se retrouvent au sein des professions qui sont pluridisciplinaires et nécessitent des compétences diverses. L'architecture en fait parti.

Les architectes ont besoin de diverses capacités de réflexion de l'artistique (cerveau droit, créatif), à l'ingénierie (cerveau gauche, décideurs). Suivant les mêmes pas de Kolb, Nussbaumer (2001), avance que l'architecture, et l'architecture d'intérieur, font partie des métiers qui sont pluridisciplinaires et nécessitent des compétences variées. D'après elle, les architectes et les designers d'intérieur doivent utiliser la pensée abstraite du cerveau gauche et la pensée concrète du cerveau droit. Ils doivent avoir la capacité d'imagination, des compétences analytiques, des compétences de prise de décision, et des compétences en gestion et en affaires.

Par conséquent, étant donné que tous les styles d'apprentissage ont été trouvés chez les étudiants en architecture et en architecture d'intérieur et que ces derniers doivent avoir une variété de compétences, l'enseignement doit s'adapter à tous les styles d'apprentissage.

6- Styles d'apprentissage et visualisation

Les styles d'apprentissage et la visualisation sont liés, c'est du moins ce que certains chercheurs ont confirmé. En effet, des recherches ont révélé que les styles d'apprentissage influencent les capacités verbales et visuelles, on citera :

- Nussbaumer et Guerin (2000) qui ont examiné la relation entre les styles d'apprentissage et les compétences de visualisation. Ils ont mis l'accent sur l'importance de l'amélioration des compétences de visualisation chez les étudiants en architecture d'intérieur, et ont trouvé que les styles d'apprentissage étaient liés aux compétences de visualisation.
- Kirby et al (1988) qui ont affirmé que les styles d'apprentissage verbal des individus étaient fortement corrélés à leurs capacités verbales et que les styles d'apprentissage visuel étaient corrélés à la visualisation spatiale.
- Jackson (1992) qui a attesté que les compétences visuelles et spatiales variaient selon les styles d'apprentissage, mais que les compétences spatiales étaient positivement corrélées à la mémoire de reconnaissance et aux traits spécifiques de l'apprenant.
- Sperry (1973) qui dans recherche sur le cerveau divisé, semble fournir un lien entre la visualisation et les styles d'apprentissage.
- Fujii (1996) qui a constaté, en utilisant la théorie des styles d'apprentissage de Kolb, que les personnes ayant des styles d'apprentissage convergents et divergents sont significativement corrélées à un facteur de raisonnement verbal et non verbal

(visuel) plus fort. Ces recherches dévoilent également que les styles d'apprentissage peuvent être liés aux capacités visuelles.

Il est important de tenir compte de cette relation, car les étudiants ayant de meilleures capacités visuelles seront des architectes d'intérieur plus efficaces (Nussbaumer et Guerin, 2000), et des architectes plus efficaces. C'est la raison pour laquelle les enseignants doivent tenter d'améliorer les capacités de visualisation de leurs étudiants afin d'influencer leur apprentissage, et doivent aussi être conscients des différents styles d'apprentissage de leurs apprenants pour améliorer leur capacité d'apprentissage de diverses manières.

7- Instruments de mesure des styles d'apprentissage et recherche en architecture

Les instruments de mesure des styles d'apprentissage des individus ont été utilisés par des chercheurs en architecture afin d'identifier les styles d'apprentissage de leurs étudiants. On citera (McCaulley, 1990; Brown et al., 1994; Durling, Cross, & Johnson, 1996; et Russ & Weber, 1995) qui ont fait recours à l'indicateur de type Myers-Briggs pour connaître les styles d'apprentissage de leurs étudiants.

On évoquera aussi Wareesiri Singhasiri et al (2004) qui se sont servi du questionnaire de Willing pour connaître les styles d'apprentissage des étudiants de première année architecture, et ce, afin de savoir si le programme et son contenu répondent à leurs styles d'apprentissage. La recherche a confirmé que les étudiants en architecture étaient des apprenants concrets qui aiment apprendre en groupe à travers des jeux, des images et en réalisant.

7. 1- KLSI

L'inventaire des styles d'apprentissage de Kolb (K-LSI (II)) (Kolb, 1985), est l'instrument le plus largement utilisé pour évaluer les styles d'apprentissage. Il s'agit d'une version révisée du K-LSI (I) original publié en 1976. Le K-LSI (II) s'est distingué d'une meilleure cohérence interne des échelles (Sims, 1986; Veres et al., 1987). L'inventaire des styles d'apprentissage de Kolb (**KLSI**) a été appliqué en architecture par plusieurs chercheurs, avec des visées et des objectifs différents.

- **KLSI pour identifier les styles d'apprentissage**

-L'étude de Demirkan & Demirbas (2008), a exploré les styles d'apprentissage des étudiants de première année d'architecture d'intérieur (286 étudiants) au cours de trois années universitaires consécutives à l'aide du KLSI. Les résultats de cette étude ont dévoilé

CHAPITRE 1 : STYLE D'APPRENTISSAGE

que les styles d'apprentissage des étudiants sont généralement proches de l'intersection des axes de la grille des types de style d'apprentissage de Kolb. Par conséquent, ils ont conclu que les étudiants ont une préférence de style d'apprentissage assez équilibré.

-Tucker (2007) a comparé les styles d'apprentissage des étudiants de première année et de troisième année architecture. 104 étudiants de première année et 48 étudiants de troisième année ont participé à cette étude. Son enquête a fourni des preuves d'une relation statistiquement significative entre les styles d'apprentissage et l'année d'études.

-Tucker (2008) a fait une corrélation entre les styles d'apprentissage des étudiants et les styles d'apprentissage de leurs professeurs. Il a examiné si les styles d'apprentissage prédominants chez les étudiants (152 étudiants de premier cycle) évoluent vers les styles d'apprentissage prédominants de leurs enseignants (26 membres du personnel enseignant d'une école australienne d'architecture et de construction). Cette recherche a révélé des changements des styles d'apprentissage des étudiants vers les styles d'apprentissage des professeurs au fur et à mesure qu'ils progressent dans leurs études.

- **KLSI pour explorer les relations entre le développement de la pensée et les styles d'apprentissage**

-Carmel-Gilfilen (2012) a utilisé le KLSI pour explorer les relations entre le développement de la pensée et les styles d'apprentissage. Il a évalué empiriquement 139 étudiants en architecture (plusieurs niveaux) et en design en utilisant la mesure de développement, celle de la conception et l'inventaire des styles d'apprentissage de Kolb. L'étude a révélé la présence de tous les styles d'apprentissage avec une préférence pour un apprentissage divergent et accommodant. Les résultats n'ont indiqué aucune association entre le style d'apprentissage et le niveau de développement de la pensée globale ou spécifique à la discipline du point de vue quantitatif, mais du point de vue qualitatif, les résultats donnent un aperçu de la manière dont les étudiants en design abordent la réflexion et l'apprentissage.

- **KLSI pour révéler la relation entre les styles d'apprentissage, les perceptions et les préjugés culturels**

-L'article de Newland et al (1987), a exploré les styles d'apprentissage, les perceptions et les préjugés culturels manifestés par les concepteurs architecturaux. Pour évaluer la validité des idées, les auteurs se sont servi de deux questionnaires pertinents et scientifiquement solides) pour enquêter 120 architectes en exercice (45 architectes ont rempli entièrement les questionnaires). Ces instruments sont le KLSI et ICLI (liste de contrôle interpersonnelle conçue par La Forge et Suczek, et utilisé pour mesurer les

relations interpersonnelles du comportement. Cette étude indique qu'une stratégie en quatre volets pour le transfert d'informations conduit à une communication plus fructueuse avec les architectes dans la conception architecturale.

- **KLSI et compétence de visualisation**

-Le but de l'étude de Nussbaumer (2000), était de déterminer si les styles d'apprentissage constituaient un facteur influençant les compétences de visualisation des étudiants en design d'intérieur. Un échantillon de 578 étudiants en architecture d'intérieur de treize universités inscrits en design d'intérieur entre l'automne 1997 et le printemps 1999 ont complété une fiche biographique, l'inventaire des styles d'apprentissage de Kolb, et le test des compétences de visualisation d'Isham. Les résultats ont confirmé qu'il existe une relation entre les styles d'apprentissage et les compétences de visualisation, que l'année d'études et le milieu culturel étaient des facteurs importants influant sur les compétences, qu'au fur et à mesure que les étudiants progressent dans leurs cours, les compétences de visualisation s'améliorent considérablement, et que méthodes d'enseignement doivent être développées pour améliorer les compétences de visualisation pour tous les styles d'apprentissage des étudiants en architecture d'intérieur.

- **KLSI et évaluation des performances**

-Demirbas et Demirkan (2003) ont évalué les effets des préférences de style d'apprentissage sur la performance des étudiants. Leur recherche vise à considérer l'activité de conception architecturale à travers le processus d'atelier de conception dans le cadre de l'apprentissage des styles comme une nouvelle perspective. Ils ont émis l'hypothèse que différentes étapes de l'apprentissage en atelier de design nécessitent différents styles d'apprentissage ou en d'autres termes, les scores de performance des étudiants ayant différents styles d'apprentissage varient en fonction du contenu des différentes étapes du processus de studio. Leurs résultats ont divulgué des différences statistiquement significatives entre les performances des élèves ayant des styles d'apprentissage différents à différentes étapes du processus de conception, ce qui confirme l'hypothèse des auteurs.

-À l'aide du modèle de Kolb, l'étude de Kvan et Yunyan (2005) a exploré les styles d'apprentissage des étudiants en architecture en Chine et a mis en corrélation leurs styles d'apprentissage avec les performances académiques en atelier de conception au cours d'un semestre. Une corrélation statistiquement significative est distinguée entre les styles d'apprentissage et les performances. Les résultats de cette recherche montrent que les programmes de l'atelier peuvent désavantager les étudiants ayant des styles d'apprentissage particuliers comme les convergents qui obtiennent des notes significativement plus faibles.

CHAPITRE 1 : STYLE D'APPRENTISSAGE

-Le but de la recherche de Tezel et Casakin (2010) est de fournir des preuves sur la relation entre les styles d'apprentissage, les performances de conception et les contraintes utilisées dans la résolution de problèmes de conception. Deux conditions de conception différentes ont été testées auprès des étudiants du département d'architecture intérieure et de design, en fonction de différents styles d'apprentissage et des performances de conception à travers quatre critères de conception. Les résultats ont prouvé que la prise en compte des différences individuelles entre les étudiants et l'application de la théorie de l'apprentissage expérientiel, peut contribuer à l'amélioration des compétences et des capacités individuelles dans différentes situations de conception.

- **KLSI, évaluation des performances et âge**

-La recherche de Richard Tucker (2009), montre comment l'âge des étudiants en architecture peut tisser une relation statistiquement significative entre les styles d'apprentissage et la performance académique dans les projets de conception. Cet article porte sur les résultats d'une enquête sur les styles d'apprentissage interdisciplinaires menée dans le cadre d'un projet visant à résoudre les difficultés d'apprentissage des étudiants en architecture (104 étudiants de première année et 48 étudiants de troisième année) collaborant à des travaux d'équipe multidisciplinaires et multiculturels. La recherche a été guidée pour déterminer comment les différences de style d'apprentissage dans des équipes hétérogènes pourraient être abordées par la pédagogie. Elle décèle des changements des styles d'apprentissage durant la formation, et montre comment ces changements reflètent une relation statistiquement significative entre les styles d'apprentissage et la performance académique dans les travaux de conception.

- **KLSI, évaluation des performances et genre**

-L'objectif de la recherche de Demirbas O O, Demirkan H (2007), était de déterminer dans un premier temps à l'aide du KLS, les styles d'apprentissage des étudiants de première année design, et de spécifier s'il y avait une relation entre le genre, les styles d'apprentissage et les scores de performance des étudiants. Un jury expérimenté a évalué le projet de conception dans un atelier de conception à travers une procédure complexe d'examen et d'évaluation. Les résultats indiquent que les préférences de style d'apprentissage ne différaient pas significativement sur le genre, et que les scores de performance des hommes étaient plus élevés dans les cours de technologie, alors que les scores des femmes étaient plus élevés dans les cours artistiques et théoriques et dans les scores de performance académique du semestre.

7.2- L'ILS de Feldere Soloman

L'index des styles d'apprentissage de Feldere Soloman, a constitué un outil pour identifier les styles d'apprentissage d'étudiants en architecture pour certains chercheurs.

- **L'ILS de Feldere Soloman pour identifier et comparer les styles d'apprentissage des étudiants en architecture et en design d'intérieur**

-Labib et al (2019), ont examiné les préférences de styles d'apprentissage d'étudiants en architecture et en architecture d'intérieur afin d'explorer les préférences de styles d'apprentissage en utilisant l'indice des styles d'apprentissage (ILS). L'approche de regroupement est utilisée en regroupant les étudiants en fonction de la mesure des similitudes de leur style d'apprentissage. Les résultats montrent que les étudiants des deux programmes partagent un style d'apprentissage réfléchi, intuitif, verbal et global à 57% ou plus. Les résultats de cette recherche indiquent donc qu'il n'y a pas de différence significative dans les styles d'apprentissage entre les étudiants en architecture et en architecture d'intérieur

- **L'ILS de Feldere Soloman et performance**

-Demirkan H. (2016) c'est concentré sur les quatre échelles d'ILS pour fournir une description plus détaillée des styles d'apprentissage des étudiants. L'étude a été axée sur un échantillon d'étudiants en architecture d'intérieur de première et de quatrième année. En considérant les notes de l'atelier comme la variable dépendante et les quatre échelles d'apprentissage comme les variables indépendantes, une analyse bidirectionnelle de la variance a été menée. Elle a montré que des effets significatifs étaient obtenus dans les quatre échelles lorsque les notes de l'atelier étaient la variable dépendante. Les résultats de cette recherche indiquent que l'identification des éléments d'un style d'apprentissage particulier et leur emplacement sur l'échelle conduit à une meilleure planification des méthodes d'enseignement et un meilleur choix du contenu et des sources pertinentes dans les ateliers de conception.

- **L'ILS de Feldere Soloman, performance et genre**

-La recherche de Fulani et al (2016), reproduit en partie celle de Demirkan et Demirbas (2010), et vérifie s'il y'a des différences significatives dans les scores de performance des étudiants en architecture de première année selon les styles d'apprentissage et le genre. Les auteurs ont identifié les styles d'apprentissage des étudiants en architecture sur un échantillon de 50 étudiants de première année. Les styles d'apprentissage individuels ont ensuite été juxtaposés aux scores de performance globale des étudiants durant le semestre.

CHAPITRE 1 : STYLE D'APPRENTISSAGE

Les résultats de la recherche montrent que les étudiants, quel que soit leur genre, étaient bien équilibrés dans leurs styles d'apprentissage dans les différentes échelles, et que les scores de performance variaient selon les styles d'apprentissage uniquement sur la sous-échelle active / réflexive et selon le genre à l'avantage des femmes.

-Demirkan et Demirbas (2010) ont utilisé l'ILS pour évaluer les préférences d'apprentissage des étudiants en architecture d'intérieur de quatrième année. Les résultats ont indiqué que les étudiants ont une préférence de style d'apprentissage assez équilibrée sur l'ensemble des échelles, avec une préférence modérée et forte sur l'échelle visuelle et une faible pour l'échelle globale. Dans cette étude, on constate que les styles d'apprentissage et le sexe étaient indépendants, ce qui apporte un soutien empirique supplémentaire à l'étude de Demirbas et Demirkan (2007). Les résultats soulignent aussi que l'échelle active / réflexive est l'échelle la plus dominante dans l'enseignement du design. C'est l'échelle que Schon (1984) a qualifié de processus de «réflexion en action» en atelier de design et que Kolb (1984) a qualifié de «dimension processus» de l'apprentissage. Cela souligne l'importance du processus d'apprentissage dans l'enseignement de la conception.

- **L'ILS de Feldere Soloman et test de capacité spatiale de Newton et Bristoll**

Afin d'examiner la corrélation entre la capacité spatiale et le style d'apprentissage, Mostafa et Mostafa (2010), ont adopté l'ILS et le test de capacité spatiale de Newton et Bristoll (2009) pour mesurer et comparer la capacité spatiale des deux groupes d'étudiants (groupe témoin et groupe d'étude). Les résultats divulguent que les étudiants en architecture sont pour la plupart de meilleurs apprenants visuels que les autres étudiants, que leur compétence d'apprentissage visuel augmente à mesure qu'ils progressent dans le programme, et qu'ils utilisent un apprentissage actif.

Cette recherche peut être utilisée comme point de départ pour développer un programme qui s'adapte aux styles d'apprentissage visuel et actif de des étudiants au sein de l'atelier de conception, un peu comme le programme décrit dans cette recherche qui prépare favorablement les étudiants aux capacités spatiales, et qui fait évoluer les styles d'apprentissage vers les plus actifs, et en particulier vers les plus visuels.

8- Synthèse de la revue de la littérature

Etablir la synthèse de cette revue de littérature comportera, dans un premier temps, deux tableaux récapitulatifs. Par la suite, on tentera d'affiner la synthèse en analysant ces deux

derniers. Rappelons que cette synthèse prendra en compte seulement les recherches ayant utilisé deux instruments de mesure des styles d'apprentissage (KLSI et ILS), étant donné qu'elles semblent être les plus pertinentes dans cette thèse.

8.1. Les tableaux récapitulatifs

Le premier tableau récapitulatif (tableau 1.1), met en exergue les objectifs des recherches citées auparavant. Il regroupe les auteurs de ces recherches en fonction des similitudes dans les objectifs.

CHAPITRE 1 : STYLE D'APPRENTISSAGE

Tableau 1.1: Tableau récapitulatif des recherches en architecture qui font recours aux instruments de mesure des styles d'apprentissage (Source : l'auteur)

Instrument de mesure des styles d'apprentissage	Objectif de la recherche	Auteur	Année
L'inventaire des styles d'apprentissage de Kolb KLSI	Identifier les styles d'apprentissage	Demirkan & Demirbas	2008
		Tucker	2007
		Tucker	2008
	Explorer les relations entre le développement de la pensée et les styles d'apprentissage	Carmel-Gilfilen	2012
	Révéler la relation entre les styles d'apprentissage, les perceptions et les préjugés culturels	Newland et al	1987
	Combiner les styles d'apprentissage et la compétence de visualisation	Nussbaumer	2000
	Trouver le lien entre les styles d'apprentissage et l'évaluation des performances	Demirbas & Demirkan	2003
		Kvan & Yunyan	2005
		Tezel & Casakin	2010
		Faire la relation entre : les styles d'apprentissage, l'évaluation des performances et l'âge	Tucker
	Faire la relation entre : les styles d'apprentissage l'évaluation des performances et le genre	Demirbas & Demirkan	2007
L'index des styles d'apprentissage de Feldere Soloman ILS	Identifier les styles d'apprentissage et comparer les étudiants	Labib et al	2019
	Trouver le lien entre les styles d'apprentissage et l'évaluation des performances	Demirkan	2016
	Faire la relation entre : les styles d'apprentissage l'évaluation des performances et le genre	Fulani et al	2016
		Demirkan & Demirbas,	2010
	Combiner les styles d'apprentissage et la capacité spatiale des étudiants	Mostafa & Mostafa	2010

Dans le deuxième tableau récapitulatif (tableau 1.2), on tentera d'affiner un peu plus la synthèse. En effet, ce second tableau, donnera plus de détails concernant les recherches citées dans le tableau précédent. Il précisera certains paramètres relatifs à la méthodologie (échantillonnage, collecte et analyse de donnés), et donnera un aperçu sur les résultats de ces recherches

CHAPITRE 1 : STYLE D'APPRENTISSAGE

Tableau 1.2 : Tableau récapitulatif des recherches en architecture qui font recours aux instruments de mesure des styles d'apprentissage (Source : l'auteur)

Auteur	Méthodologie		Analyse des données	Résultats
	Échantillonnage	Collecte de données		
Demirkan et Demirbas (2008)	286 étudiants de première année (design intérieur)	KLSI 1999	Statistiques descriptives	Les étudiants de première année en design ont des styles d'apprentissage équilibrés
Tucker R, 2007	104 étudiants de première année et 48 étudiants de troisième année (architecture)	KLSI 2 (Kolb, 1985)	Statistiques descriptives Statistiques inférentielles	Une relation statistiquement significative entre les styles d'apprentissage et l'année d'études.
Tucker R, 2008	152 étudiants de premier cycle et 26 enseignants (architecture)	KLSI 2 (Kolb, 1985)	Statistiques descriptives Statistiques inférentielles	Des changements des styles d'apprentissage des étudiants vers les styles d'apprentissage des professeurs au fur et à mesure qu'ils progressent dans leurs formations
Carmel-Gilfilen, 2012	139 étudiants de plusieurs niveaux (architecture)	Le schéma Perry KLSI, version 3.1, developed by Kolb and Kolb (2005)	Statistiques descriptives Statistiques inférentielles	La présence de tous les styles d'apprentissage avec une préférence pour un apprentissage divergent et accommodant. Aucune association entre le style d'apprentissage et le niveau de développement de la pensée globale ou spécifique à la discipline Un aperçu de la manière dont les étudiants en design abordent la réflexion et l'apprentissage.
Newland, Powell et Creed, 1987	45 architectes	KLSI ICLI	Statistiques descriptives Statistiques inférentielles	Une stratégie en quatre volets pour le transfert d'informations conduira à une communication plus fructueuse avec les architectes
Nussbaumer L, 2000	578 étudiants de plusieurs niveaux (design intérieur)	Fiche biographique KLSI Test des compétences de visualisation d'Isham	Statistiques descriptives Statistiques inférentielles	Une relation entre les styles d'apprentissage et les compétences de visualisation
Demirbas et Demirkan (2003)	88 étudiants en première année (architecture)	version 3 (KLSI)	Statistiques descriptives Statistiques inférentielles	Des différences statistiquement significatives entre les performances des élèves ayant des styles d'apprentissage différents à différentes étapes du processus de conception
Kvan Tet Yunyan J	91 étudiants de premier cycle (architecture)	version 2 (KLSI)	Statistiques descriptives	Une corrélation statistiquement significative est trouvée entre les styles d'apprentissage et les performances

CHAPITRE 1 : STYLE D'APPRENTISSAGE

(2005)			Statistiques inférentielles	
(Tezel, E et Casakin H 2010)	90 étudiants (design intérieur)	KLSI	Statistiques inférentielles	La prise en compte des différences individuelles entre les étudiants et l'application de la théorie de l'apprentissage expérientiel, peut contribuer à l'amélioration des compétences et des capacités individuelles dans différentes situations de conception
Richard Tucker (2009)	104 étudiants de première année et 48 étudiants de troisième année (architecture)	KLSI 2 (Kolb, 1985)	Statistiques descriptives Statistiques inférentielles	Des changements des styles d'apprentissage durant la formation. Ces changements reflètent une relation statistiquement significative entre les styles d'apprentissage et la performance académique dans les travaux de conception.
Demirbas O O, Demirkan H (2007)	Etudiants en première année (architecture)	KLSI version 3	Statistiques descriptives Statistiques inférentielles	Les préférences de style d'apprentissage ne diffèrent pas significativement sur le genre. Les scores de performance des hommes sont plus élevés dans les cours basés sur la technologie, alors que les scores des femmes sont plus élevés dans les cours artistiques et fondamentaux et dans les scores de performance académique du semestre.
Labib W et al (2019)	92 étudiants de première année (architecture et design d'intérieur)	L'ILS de Felder et Soloman	Statistiques descriptives Statistiques inférentielles	Il n'y a pas de différence significative dans les styles d'apprentissage entre les étudiants en architecture et en design d'intérieur.
Demirkan H. (2016)	118 étudiants de première année et 100 étudiants de quatrième année (design d'intérieur)	L'ILS de Felder et Soloman	Statistiques descriptives Statistiques inférentielles	l'identification des éléments d'un style d'apprentissage particulier et leur emplacement sur l'échelle conduit à une meilleure planification des méthodes d'enseignement et un meilleur choix du contenu et des sources pertinentes dans les ateliers de conception.
Fulani O et al (2016)	50 étudiants de première année (architecture)	L'ILS de Felder et Soloman	Statistiques descriptives Statistiques inférentielles	les étudiants de première année, quel que soit leur genre, étaient bien équilibrés dans leurs styles d'apprentissage dans les différentes échelles. les scores de performance variaient selon les styles d'apprentissage uniquement sur la sous-échelle active / réflexive et selon le genre à l'avantage des femmes.
Demirkan et Demirbas (2010)	100 étudiants de quatrième année (design d'intérieur)	L'ILS de Felder et Soloman	Statistiques descriptives Statistiques inférentielles	une préférence de style d'apprentissage assez équilibrée sur l'ensemble des échelles, avec une préférence modérée à forte sur l'échelle visuelle et une préférence faible pour l'échelle globale. les styles d'apprentissage et le sexe sont indépendants pour les étudiants en design à toutes les échelles. L'échelle active / réflexive est l'échelle la plus dominante dans l'enseignement du design
Mostafa M et Mostafa H (2010)	70 étudiants de premier cycle (architecture et autres spécialités)	L'ILS de Felder et Soloman Le test de d'aptitude spatiale de Newton et Bristoll	Statistiques descriptives Statistiques inférentielles	Les étudiants en architecture présentent des capacités spatiales plus élevées et apprennent généralement plus visuellement et activement que l'étudiant moyen. Une corrélation plus élevée entre une forte capacité spatiale et un apprentissage visuel, à un degré élevé, et une forte capacité spatiale et un apprentissage actif à un moindre degré.

8.2. Synthèse des tableaux récapitulatifs : Vers des catégories de recherche en utilisant des instruments de mesure des styles d'apprentissage (KLSI et ILS)

De ces deux tableaux récapitulatifs présentés précédemment, quatre catégories de recherche utilisant des instruments de mesure des styles d'apprentissage (KLSI et ILS) peuvent être distinguées. A l'aide de cette catégorisation, on tentera de regrouper les recherches qui ont en commun un, ou plusieurs objectifs. Les recherches de la même catégorie partagent aussi la méthodologie.

Ces quatre catégories sont :

- 1- L'identification des styles d'apprentissage
- 2- La comparaison des styles d'apprentissage de deux groupes
- 3- Etablir un lien entre les styles d'apprentissage et un paramètre
- 4- Etablir un lien entre les styles d'apprentissage et deux paramètres

- **L'identification des styles d'apprentissage**

Toutes les recherches citées auparavant ont tenté d'identifier les styles d'apprentissage des étudiants en architecture, ou en architecture d'intérieur, à exception de Newland et al (1987) qui a identifié les styles d'apprentissage d'architectes en exercice, et de Tucker (2008) qui les a identifié comme styles d'apprentissage des enseignants en architecture. Le graphique de la figure 1.2, montre que 87,5% des chercheurs ont tenté d'identifier les styles d'apprentissages des étudiants en architecture ou en architecture d'intérieure, contre 12,5% qui ont identifié les styles d'apprentissages des architectes en exercice ou des enseignants en architecture. Ceci révèle un grand intérêt pour l'identification des styles d'apprentissage des étudiants dans le processus d'apprentissage.

- **La comparaison des styles d'apprentissage de deux groupes**

Comparer les styles d'apprentissage de deux groupes a fait l'objet de certaines recherches. On citera : Tucker (2007, 2009) qui a comparé les styles d'apprentissage d'étudiants de première année et de troisième année, et Tucker (2008) qui a comparé les styles d'apprentissage des étudiants et leurs enseignants. On citera aussi Labib et al (2019) qui a comparé les styles d'apprentissage des étudiants de première année en architecture et en design d'intérieur, et Mostafa et Mostafa (2010) qui ont comparé les styles d'apprentissage des étudiants en architecture et d'autres disciplines. La figure 1.3 montre

CHAPITRE 1 : STYLE D'APPRENTISSAGE

que seul 31,25% des chercheurs ont comparé les styles d'apprentissage de deux groupes, et que 68,75% n'étaient pas dans cette perspective comparative.

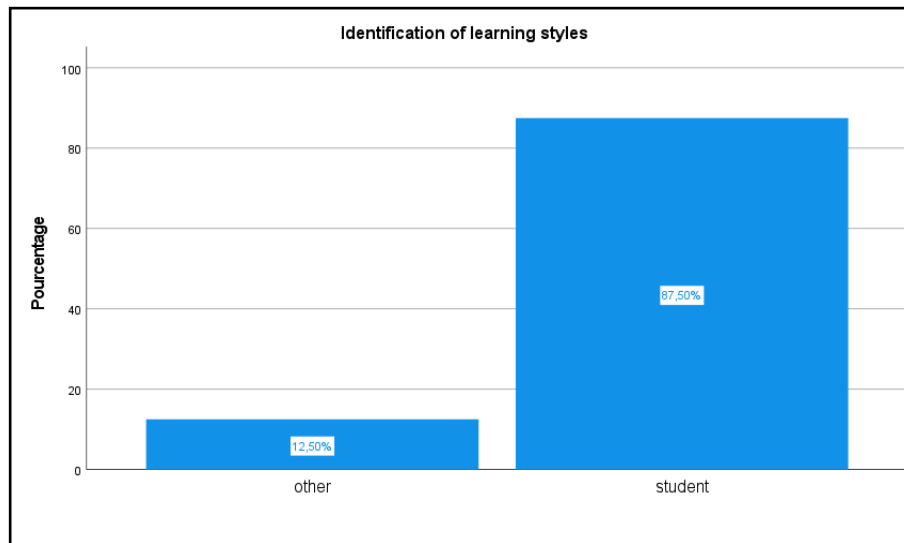


Figure 1.2 : Identification des styles d'apprentissage (Source : l'auteur)

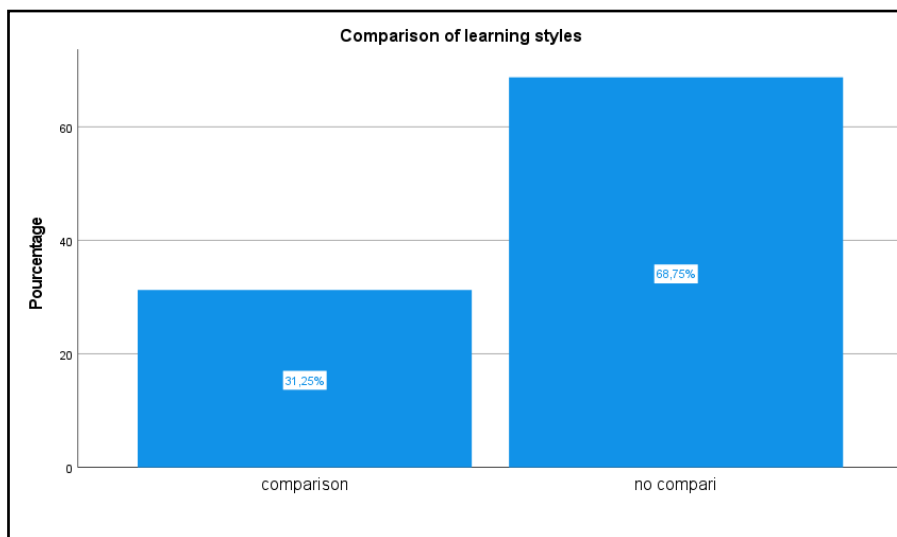


Figure 1.3 : Comparaison des styles d'apprentissage (Source : l'auteur)

- **Etablir un lien entre les styles d'apprentissage et un paramètre**

Certains chercheurs ne se sont pas centrés que sur l'identification des styles d'apprentissage, ou à la comparaison des styles d'apprentissage de deux groupes. Ils ont choisi d'établir le lien entre les styles d'apprentissage et un autre paramètre, comme le niveau de développement de la pensée globale ou spécifique à la discipline (Carmel-Gilfilen, 2012), les perceptions et les préjugés culturels (Newland et al, 1987), les compétences de visualisation (Nussbaumer, 2000), l'aptitude spatiale (Mostafa et Mostafa, 2010), et la performance des étudiants (Demirkan, 2016 ; Demirbas et Demirkan, 2003 ;

CHAPITRE 1 : STYLE D'APPRENTISSAGE

Kvan et Yunyan, 2005 ; et Tezel et Casakin 2010). La figure 1.4 indique que 50% des recherches réalisées, ont choisi de faire le lien entre les styles d'apprentissage des étudiants et un autre paramètre (compétences de visualisation, performance,...), et ce, en suivant les objectif de leurs recherches.

- **Etablir un lien entre les styles d'apprentissage et deux paramètres**

D'autres chercheurs ont tenté de dévoiler des relations entre les styles d'apprentissage et deux autres paramètres, comme l'évaluation des performances et l'âge (Tucker, 2009), et l'évaluation des performances et le genre (Demirbas et Demirkan, 2007 ; Demirkan et Demirbas, 2010 ; et Fulani et al, 2016). Ces investigations présentent 25% de l'échantillon étudié comme le montre la figure 1.5.

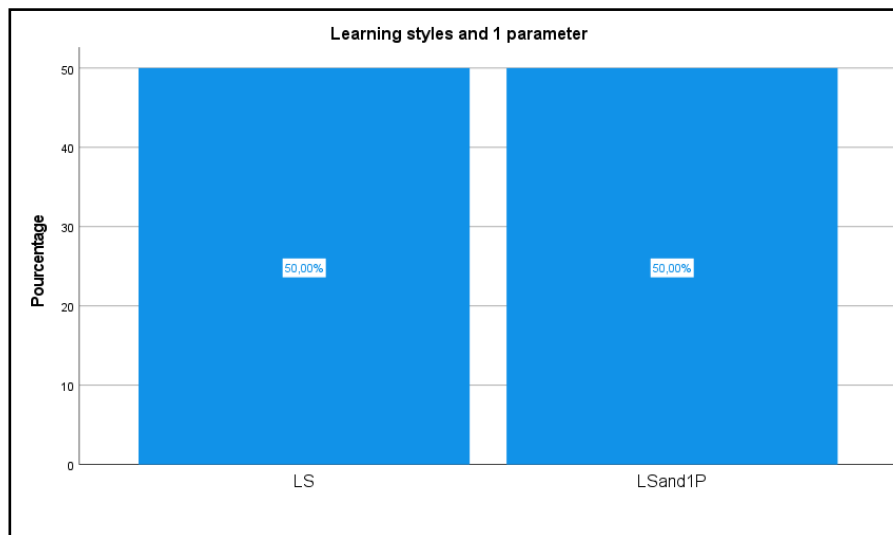


Figure 1.4 : Liens entre les styles d'apprentissage et un paramètre (Source : l'auteur)

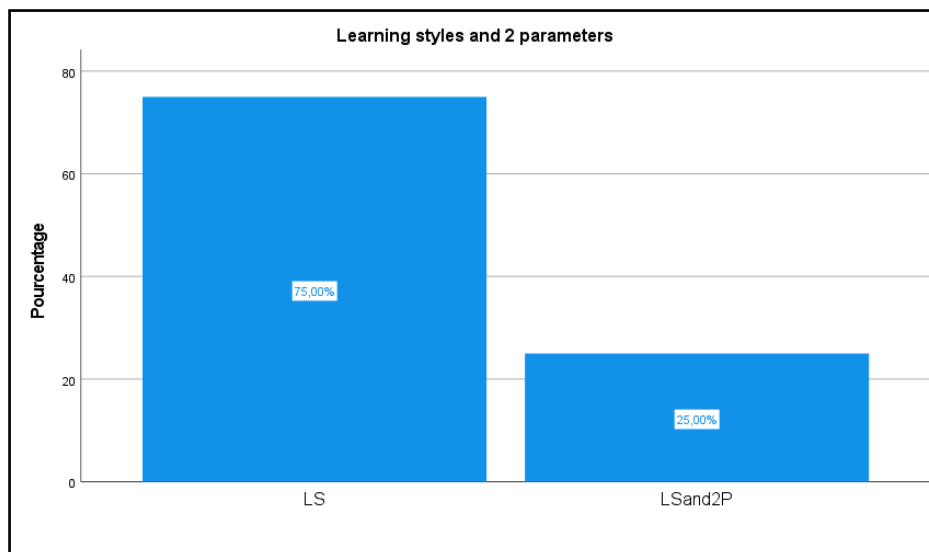


Figure 1.5: Liens entre les styles d'apprentissage et deux paramètres (Source : l'auteur)

8.3. Synthèse des tableaux récapitulatifs : Echantillonnage

Les deux tableaux récapitulatifs présentés précédemment, nous ont aussi permis de relever des similitudes et des différences dans les échantillons des chercheurs. On effectue, on a pu dégager 5 types d'échantillons dans l'ensemble de ces investigations :

- Les étudiants de première année
- Les étudiants de premier cycle (1ère, 2ème et 3ème années)
- Les étudiants de plusieurs niveaux confondus
- Les étudiants de quatrième année
- Autres (enseignant et architectes)

La figure 1.6 indique que le choix des chercheurs concernant leurs échantillons, va vers les étudiants de premier cycle avec un taux qui avoisine les 60% (29,41% d'étudiants en première année, et 29,41% d'étudiants en 1ère, 2ème et 3ème années), tandis que les choix du deuxième cycle ne représentent que 5,88%.

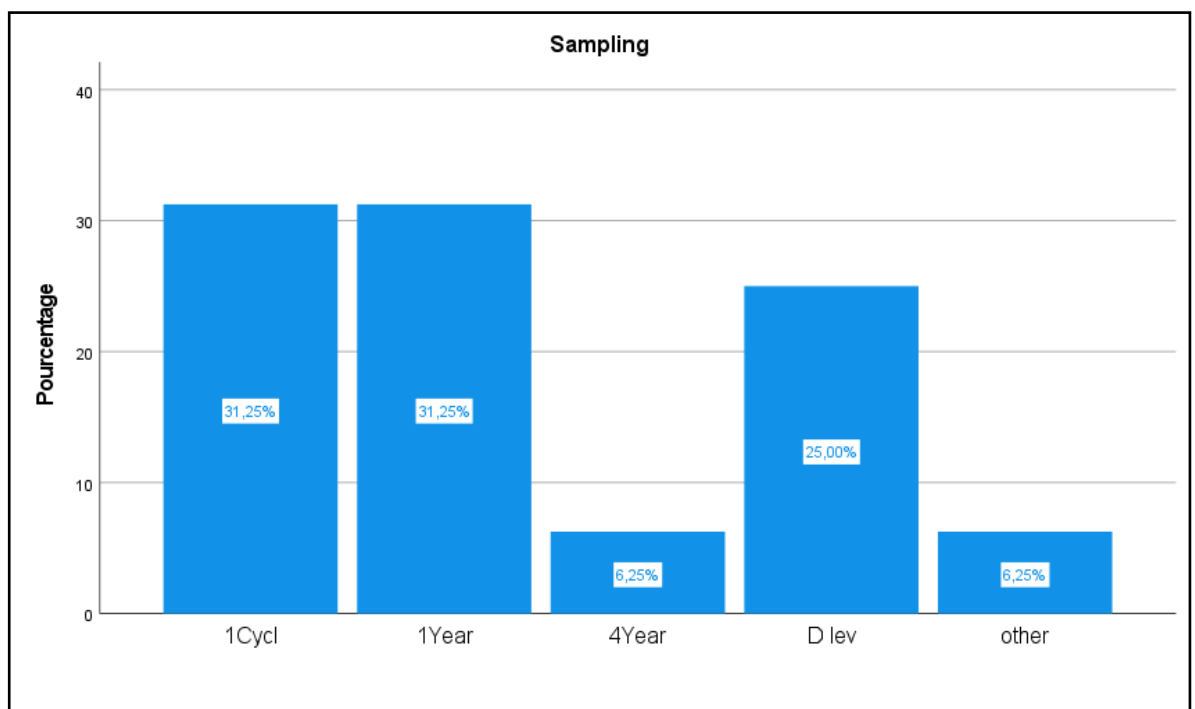


Figure 1.6: échantillonnage dans la revue de la littérature (Source : l'auteur)

8.4. Synthèse des tableaux récapitulatifs : les résultats

Nous avons jugé important de récapituler les résultats de l'ensemble des écrits analysés. Les similitudes trouvées dans les résultats, ont été rassemblées, ceci a mis en évidence ce qui suit :

- L'importance de connaître les styles d'apprentissage

CHAPITRE 1 : STYLE D'APPRENTISSAGE

- Les styles d'apprentissage des étudiants en architecture et en design d'intérieur et les approches pédagogiques adoptées
- Le rôle de l'enseignant dans le changement des styles d'apprentissage des étudiants
- Les styles d'apprentissage et la visualisation
- Le changement des styles d'apprentissage
- Les styles d'apprentissage et la performance
- Les styles d'apprentissage et le genre

- **L'importance de connaître les styles d'apprentissage**

A l'unanimité, les chercheurs de cette revue de la littérature approuvent l'importance de l'identification des styles d'apprentissage des étudiants. Ils confirment que l'identification des éléments d'un style d'apprentissage particulier et leur emplacement sur les échelles des styles d'apprentissage conduit à une meilleure planification des méthodes d'enseignement et un meilleur choix du contenu et des sources pertinentes dans les ateliers de conception. Ce constat est d'ailleurs confirmé par Ldpride SD (2012) ; Khurshid F et, Mahmood N, (2012) ; Abidin MJZ et al, (2011) ; Christou N et Dinoy ID, (2010), qui insistent sur les avantages de l'identification des styles d'apprentissage pour les enseignants et les étudiants.

- **Les styles d'apprentissage des étudiants en architecture et en design d'intérieur et les approches pédagogiques adoptées.**

Cette revue de la littérature a confirmé que les étudiants en architecture et en design d'intérieur ont des styles d'apprentissage équilibrés, et que ceux qui ont des styles d'apprentissage différents à différentes étapes du processus de conception ont une meilleure performance.

Ceci nous entraîne à se poser des questions concernant les modes d'apprentissage qu'on propose dans l'enseignement de l'architecture. Kolb (1984) a d'ailleurs évoqué ce sujet. Selon lui différents modes d'apprentissage se retrouvent au sein des professions qui sont pluridisciplinaires et nécessitent des compétences diverses. C'est le cas pour l'architecture qui est un domaine pluridisciplinaire. Les architectes ont besoin de diverses capacités de réflexion de l'artistique (cerveau droit, créatif), à l'ingénierie (décideurs de la tresse gauche). Pareil pour Nussbaumer L (2001), qui avance que l'architecture, et le design d'intérieur, font partie des métiers qui sont pluridisciplinaires et nécessitent des compétences variées. D'après elle, les architectes et les designers d'intérieur doivent utiliser la pensée abstraite du cerveau gauche et la pensée concrète du cerveau droit. Ils

doivent avoir la capacité d'imagination, des compétences analytiques, des compétences de prise de décision, et des compétences en gestion et en affaires.

Par conséquent, étant donné que tous les styles d'apprentissage ont été trouvés chez les étudiants en architecture et en design d'intérieur et que ces derniers doivent avoir une variété de compétences, l'enseignement doit s'adapter à tous les styles d'apprentissage. L'application de certaines théories d'apprentissage, comme la théorie de l'apprentissage expérientiel qui prend en compte les différences individuelles entre les étudiants, peut contribuer à l'amélioration des compétences et des capacités individuelles dans différentes situations dans l'enseignement de l'architecture, et plus particulièrement dans l'enseignement de la conception.

- **Le rôle de l'enseignant dans le changement des styles d'apprentissage des étudiants**

La revue de la littérature confirme la présence d'une évolution des styles d'apprentissage des étudiants tout le long de leurs formations. Cette évolution est fortement influencée par les styles d'apprentissage des enseignants. Ces changements reflètent une relation statistiquement significative entre les styles d'apprentissage et la performance académique dans les travaux de conception.

On suppose que les apprenants apprennent mieux si leurs styles d'apprentissage correspondent au format de leur enseignement. (Hawkar Akram Awla, 2014). Par exemple, un apprenant visuel peut mieux apprendre lorsque l'information lui est présentée visuellement. Cette approche est appelée « hypothèse d'apprentissage » ou, dans sa version récente, « hypothèse de maillage » ou « hypothèse d'appariement » (Pasher et al, 2009 : 108). Inversement, une inadéquation peut laisser des impacts négatifs sur les apprenants. L'hypothèse d'apprentissage ou de maillage, a été soutenue par plusieurs études. Ses études qui ont montré que l'appariement des styles d'apprentissage et d'enseignement a influencé positivement la réussite des élèves, et que les élèves montraient une attitude positive et de meilleurs résultats lorsque leurs enseignants répondaient à leurs besoins et à leurs préférences (Sternberg et al 1999, Peacock 2001, Naimie et al 2010, et Tuan 2011).

- **Les styles d'apprentissage et la visualisation**

On peut constater de l'analyse des recherches, que les étudiants en architecture, et en architecture d'intérieur, ont une préférence de style d'apprentissage assez équilibrée sur l'ensemble des échelles, avec une préférence modérée à forte sur l'échelle visuelle et active. Ces étudiants ont tendance à apprendre visuellement et activement que les autres étudiants, et à avoir des capacités spatiales plus élevées.

- **Le changement des styles d'apprentissage**

La revue de la littérature confirme la présence d'une évolution des styles d'apprentissage des étudiants tout le long de leurs formations. Cette évolution est fortement influencée par les styles d'apprentissage des enseignants. Ces changements reflètent une relation statistiquement significative entre les styles d'apprentissage et la performance académique dans les travaux de conception.

- **Les styles d'apprentissage et la performance**

On peut tirer de cette analyse que les étudiants qui ont des styles d'apprentissage différents à différentes étapes du processus de conception ont une meilleure performance. Ce qui nous amène à dire que la prise en compte des différences individuelles entre les étudiants et l'application de certaines théories d'apprentissage, comme la théorie de l'apprentissage expérientiel, peut contribuer à l'amélioration des compétences et des capacités individuelles dans différentes situations de conception.

- **Les styles d'apprentissage et le genre**

La revue de la littérature concernant la relation entre les styles d'apprentissage et le genre indique qu'il n'existe pas de lien entre ces deux paramètres, mais elle révèle tout de même que les scores de performance des hommes sont plus élevés dans les cours basés sur la technologie, alors que les scores des femmes sont plus élevés dans les cours artistiques et fondamentaux et dans les scores de performance académique du semestre.

Conclusion

Ce chapitre concernant les styles d'apprentissage, nous a permis de commencer à assoir notre cadre théorique. En effet, grâce aux éclaircissements sur les théories des styles d'apprentissage, leurs modèles, et leurs instruments, nous avons pu avoir une meilleure vision globale de ce concept.

Il nous a aussi permis de comprendre l'importance de connaître les styles d'apprentissage des apprenants, dans une approche soucieuse de la qualité pédagogique des enseignements, et de comprendre le lien entre les styles d'apprentissage et l'enseignement de l'architecture.

La revue de la littérature et sa synthèse qu'on a pu réaliser dans ce chapitre, nous a permis d'avoir une idée globale sur les recherches en architecture qui se sont intéressées aux styles d'apprentissage, et de commencer à préparer sereinement notre méthodologie de recherche, en ayant une vision plus éclairée.

CHAPITRE 2 : APPRENTISSAGE EXPERIENTIEL ET SYSTEME 4MAT

Introduction

Avant de nous pencher sur la proposition d'une approche pédagogique pour l'enseignement de la lumière naturelle en architecture, nous allons présenter, dans ce chapitre, un simple et rapide aperçu concernant quelques concepts qui devraient nous guider à mieux concevoir ces méthodes. Dans la première partie du chapitre, nous bâtiront le fondement théorique du modèle d'enseignement qui sera appliqué dans notre recherche, et ce, en abordant la théorie de l'apprentissage expérientiel sur laquelle se base le système 4MAT, ainsi que le modèle d'enseignement de McCarthy. Cette partie se terminera par une synthèse du cadre théorique choisit. La deuxième partie constitue un état de l'art des travaux sur l'application de la théorie de l'apprentissage expérientiel et du système 4MAT, tout en mettant l'accent sur ces applications dans la recherche en architecture.

1- Paradigme d'enseignement / paradigme d'apprentissage

Un paradigme est défini dans le dictionnaire actuel de l'éducation comme « *une vision particulière d'une réalité* ». Il distincte de plus qu'il s'agit d'un « *ensemble d'énoncés ayant fonction de prémisses, présentant une vision globale d'un domaine, facilitant la communication et l'évolution, situant l'étude des phénomènes concernés, guidant l'élaboration de théories et suggérant les pratiques appropriées.* ». Il accroît que, dans le cas d'un changement de paradigme, on observe une « *mutation profonde dans les pensées, les perceptions et les valeurs.* » (Legendre, 2005, p. 955).

1-1- Changement de paradigme en éducation

Le domaine de l'éducation a connu un événement très important, il s'agit d'un changement de paradigme, d'un passage du paradigme enseignement vers le paradigme apprentissage.

Jacques Tardif (2001) précise que quand on est dans le paradigme de l'enseignement, on a comme conception de l'apprentissage que les apprenants sont essentiellement des machines à photocopier. Dans le paradigme d'enseignement, l'accent est particulièrement mis sur la mémorisation, l'accumulation de connaissance et la combinaison des ces

éléments les uns aux autres. De l'autre bout du continuum, se trouve le paradigme de l'apprentissage qui mise d'abord sur la capacité des apprenants à transformer les informations et les savoirs mis à leur disposition en connaissances viables et transférables. « Les connaissances que les élèves développent et construisent sont des outils qui doivent leur être utiles pour comprendre le monde et agir dans le monde » (Tardif, 2001, p. 4). Ce n'est pas la quantité de connaissances qui compte, mais bien la qualité. Les connaissances sont alors intégrées dans un schéma cognitif. « On est préoccupé par les relations, les liens et la structuration des connaissances que les jeunes développent grâce aux interventions des enseignants et des enseignantes » (Tardif, 2001, p. 1).

Afin d'analyser et palper les pratiques enseignantes, il est impératif dans notre diagnostic d'évoquer ce changement de paradigme. Pour clarifier cela, nous évoquerons une comparaison entre ces deux paradigmes, établie par Lebrun (2007) suivant huit composantes particulières (figure 2.1). D'après cette perspective, cette recherche s'insérera au paradigme de l'apprentissage afin d'aider l'apprenant à comprendre le monde, et surtout à agir dans ce monde. En effet, le processus d'apprentissage est d'une importance cruciale (Griggs, 2012).

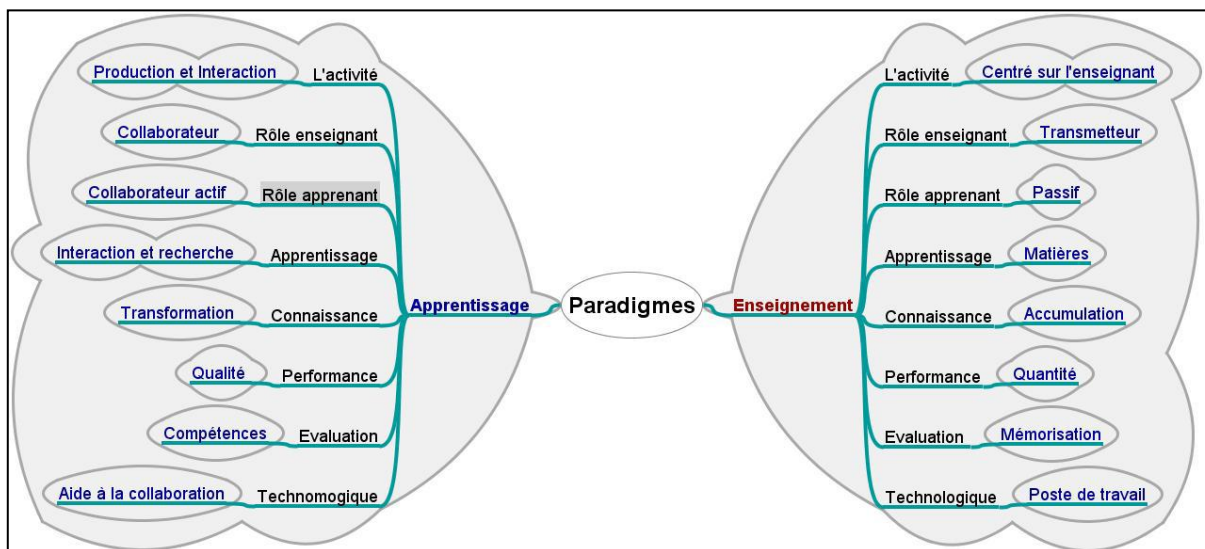


Figure 2.1 : Paradigme enseignement / apprentissage (Source : Lebrun, 2007)

1-2- Définition de l'apprentissage

Apprendre, au sens strict du terme, est un processus essentiel pour les êtres humains, pour les cultures et la réussite des systèmes éducatifs. L'éducation formelle intègre les sujets à leur environnement, permet le développement des compétences cognitives et sociales, donne accès au patrimoine culturel accumulé par l'histoire de l'humanité, et permet

l'avancement de ce patrimoine, par la création de nouvelles connaissances (Dantas et Cunha, 2020).

2- L'apprentissage expérientiel

Avant de traiter de l'apprentissage expérientiel, il importe de revenir sur la notion d'expérience, car cette expérience réside au cœur de l'apprentissage expérientiel. Le terme «**expérience**» peut être utilisé comme substantif pour désigner une ressource qui a été cataloguée, objectivée et commentée, mais il peut également désigner un processus d'apprentissage (Spaulding, 2010). John Dewey, Aristote, Thomas d'Aquin, Locke et d'autres voient l'expérience comme un moyen d'apprentissage répandu et efficace.

Selon Dewey, l'apprentissage est une méthode dialectique qui combine l'expérience avec les idées, les connaissances et l'action. Il suggère que nous apprenons en faisant. Il affirme que pour que l'apprentissage ait lieu et soit considéré comme éducatif, l'expérience doit être transformée en connaissance par l'action ou la réflexion (Dewey 1963).

2-1- Définition de l'apprentissage expérientiel

L'apprentissage expérientiel est fréquemment associé à une approche constructiviste, il peut être compris comme «*un processus par lequel un apprenant construit des connaissances, des compétences et de la valeur à partir d'expériences directes* » (Jacobs, 1999, p. 51), il s'agit d'apprendre par l'expérience (Shiralkar, 2016, p. 1). Son savoir résulte de la combinaison de la saisie et de la transformation de l'expérience (Kolb, 1984, p.41). Dans cet apprentissage, l'apprenant est immergé dans une expérience, et la réflexion sur l'expérience est encouragée afin de développer de nouvelles compétences, attitudes ou façons de penser (Lewis et Williams, 1994). Depuis le début des années 1970, les principes et les pratiques de l'apprentissage par l'expérience ont été largement adoptés pour créer des programmes d'études et organiser des cours et des programmes éducatifs.

Bon nombre des innovations éducatives non traditionnelles qui ont vu le jour au cours de cette période, telles que l'enseignement de premier cycle basé sur les compétences (Mentkowski, 2000), l'enseignement professionnel (Boyatzis, Cowan et Kolb 1995), les programmes collégiaux pour les apprenants adultes et l'évaluation des acquis (Keeton & Tate, 1978; Simosko 1988) ont utilisé l'apprentissage expérientiel comme plate-forme éducative. Alors que l'éducation expérientielle centrée sur l'apprenant s'est généralisée au XXIe siècle (Prince & Felder 2006; Slavich & Zimbardo 2012), de plus en plus d'éducateurs expérimentent des pratiques d'apprentissage expérientiel telles que

l'apprentissage par le service (Bielefeldt et al. 2011; Brower 2011), l'apprentissage par problèmes (Gurpinar, Bati & Tetik 2011; Bethell & Morgan 2011), l'apprentissage par l'action (Revans 1980; Keys 1994; Foy 1977), l'éducation par l'aventure (Fuller 2012; Timken & McNamee 2012) et la simulation et les jeux (Taylor , Backlund et Niklasson 2012 ; Shields, Zawadzki et Johnson 2011 ; Schaefer et al. 2011).

2-2- La théorie de l'apprentissage expérientiel

La théorie de l'apprentissage expérientiel (Experiential Learning Theory ELT) est une théorie dynamique et holistique du processus d'apprentissage par l'expérience et un modèle multidimensionnel du développement de l'adulte (Kolb & Kolb, 2017). Elle insiste sur le rôle de l'expérience dans la construction des connaissances (Kolb, & Kolb, 2005, p. 2), et définit l'apprentissage comme « *le processus par lequel la connaissance est créée à travers la transformation de l'expérience* » (Kolb, 1984, p.38). Kolb prône l'utilisation de modèles d'enseignement qui aident les apprenants à comprendre tout au long du cycle d'apprentissage pour atteindre un apprentissage «profond», ainsi que l'introduction de méthodes d'apprentissage par l'expérience dans l'éducation (Tucker, 2007).

Elle a été développée par Kolb sur la base d'un certain nombre de théories, notamment le pragmatisme de Dewey, la psychologie sociale de Lewin, le développement cognitif de Piaget, la thérapie centrée sur le client de Ruyer, l'humanisme de Maslow et la Gestalt-thérapie de Perls (Kolb, 1984). Cette théorie s'appuie sur les travaux d'éminents universitaires du XXe siècle qui ont donné à l'expérience un rôle central dans leurs théories de l'apprentissage et du développement humains, pour développer un modèle holistique du processus d'apprentissage par l'expérience et un modèle multidimensionnel du développement des adultes (Kolb & Kolb, 2013)

2-3- Le cycle d'apprentissage expérientiel : un modèle d'apprentissage expérientiel

La théorie de l'apprentissage expérientiel désigne le processus d'acquisition des connaissances comme un cycle dynamique composé de quatre modes d'apprentissage : expérimenter (CE), réfléchir (RO), penser (AC) et agir (AE) de manière récursive. Selon ce cycle, l'expérience concrète est suivie d'observation et de réflexion ; cela se poursuit par la formulation de concepts abstraits et de généralisations, puis par une expérimentation active qui conduit à la création de nouvelles expériences.

Dans l'apprentissage par l'expérience, les apprenants se réfèrent à différentes étapes de ce cycle en fonction de leur mode préféré de construction des connaissances (Kolb, 1984 ; Kolb, 2005 ; Kolb et Kolb, 2005).

Ce cycle qui implique une interaction entre « action/réflexion » et « expérience/abstraction », est un processus continu d'assimilation d'expérience et de construction de connaissances (Kolb et Kolb, 2012, p. 125).

Le modèle de la théorie de l'apprentissage expérientiel (Figure 2.2) qui est issu d'une théorie dynamique et holistique du processus d'apprentissage par l'expérience, décrit :

- Deux modes de saisie de l'expérience dialectiquement liés : L'expérience concrète (CE) et la Conceptualisation abstraite (AC).
- Deux modes de transformation de l'expérience dialectiquement liés : L'observation réflexive (RO) et L'expérimentation active (AE).

En fin, il est important de préciser que Kolb et al (2014) ont créé un cadre pour aider les enseignants dans leur application des concepts de la théorie des styles d'apprentissage : KERP (Kolb Educator Role Profile) (annexe 11).

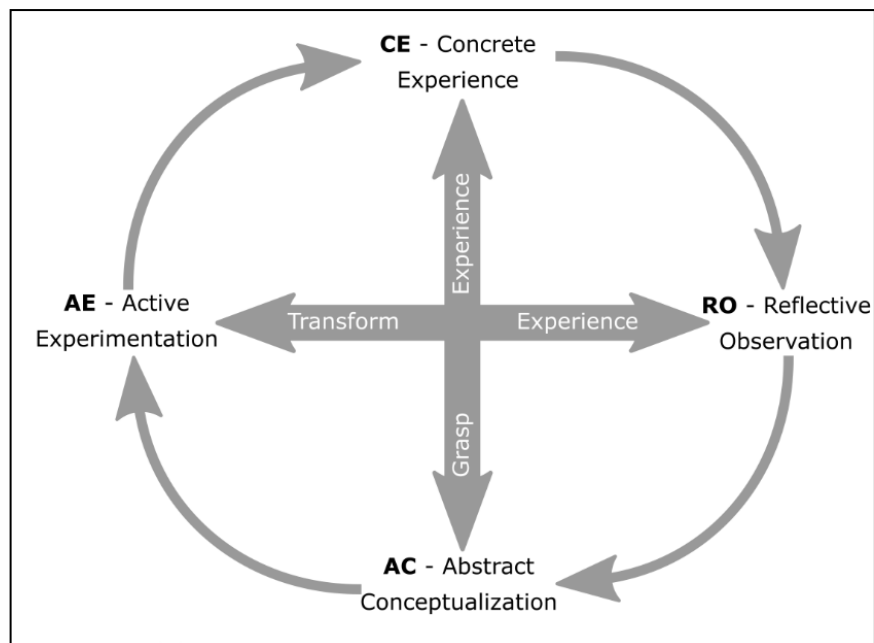


Figure 2.2 : Cycle d'apprentissage expérientiel de Kolb (Source : Kolb 2015)

3- Le modèle d'enseignement de McCarthy : un cadre théorique pour l'enseignement qui s'adapte à tous les styles d'apprentissage

Le modèle d'enseignement 4MAT (4 Mode Applications Techniques qu'on traduit par techniques d'application à 4 modes), appelé aussi système 4MAT ou modèle 4MAT, a été créé par Bernice McCarthy dans les années 1970. Ce modèle transforme le concept de styles d'apprentissage en stratégies éducatives et s'appuie sur l'approche constructionniste.

Fondé sur les travaux de John Dewey (apprentissage expérientiel), Carl Jung (théorie de l'individualisation), David Kolb (théorie de l'apprentissage expérientiel) et Anthony Gregorc (délinéateur de style de Gregorc), 4MAT s'étend au-delà des styles d'apprentissage pour créer un modèle équilibré pour la planification de l'enseignement

Il est important de rappeler que les modèles de style d'apprentissage sont souvent classés en modèles à deux facteurs (Witkin et al,1971), modèles à trois facteurs (Childers 1985; Bandler et Grinder, 1975; Lemire, 1987; Sternberg, 1998) et modèles à quatre facteurs (Kolb & Boyatzis, 1993 ; Gregorc, 1982). Le modèle d'enseignement 4MAT (McCarthy, 1987) peut être classé comme un modèle de style d'apprentissage à quatre facteurs, et sert également de cadre conceptuel pour l'enseignement.

3-1- Constructions théoriques du 4MAT

4MAT est un modèle pédagogique séquentiel basé sur deux constructions théoriques : le modèle de styles d'apprentissage de Kolb et le concept d'hémisphéricité cérébrale.

3-1-1- Le système 4MAT et le modèle de styles d'apprentissage de Kolb

Le modèle 4MAT est fondé sur les quatre styles d'apprentissage examinés par Kolb (1984). Dans ce modèle, les individus perçoivent et traitent les connaissances de différentes manières. Les manières de percevoir les connaissances des individus reposent sur des expériences concrètes et des conceptualisations abstraites. Lorsqu'ils apprennent de nouvelles choses, certains individus considèrent directement leurs expériences concrètes et les perçoivent en sentant et en ressentant. Leur traitement des connaissances met en évidence des capacités d'observation réflexive et d'expérience active. D'autre part, certains individus traitent ou organisent les connaissances en observant, et d'autres en faisant et en pratiquant (Gülpınar, 2005 ; Peker, 2003). Le modèle 4MAT crée un répertoire d'ensembles enseignement/apprentissage spécifiques qui équilibrent les tensions entre les orientations conceptuelles expérientielles concrètes et abstraites. La qualité globale et la profondeur de ces ensembles d'apprentissage, en particulier leur articulation dans un langage pratique, sont la contribution de McCarthy à l'expansion de la théorie de Kolb. Le modèle de McCarthy prévoit également un équilibre entre l'observation réflexive et l'expérimentation active à travers des variations spécifiques dans les interactions enseignant/apprenant (McCarthy, 2000).

3-1-2-L'hémisphéricité

L'inclusion de l'hémisphéricité en tant que déterminant supplémentaire des différences individuelles dans l'apprentissage est une autre construction théorique du 4Mat. En

identifiant les manières spécifiques dont le cerveau humain traite différents types d'informations et d'expériences, les chercheurs découvrent les racines biologiques de l'apprentissage humain. Les études sur le cerveau influencent désormais la vision du monde depuis Sperry et Bogan jusqu'à Pinker et Kahneman. Ces résultats créent le contexte d'une nouvelle façon plus complète de nous connaître et d'équilibrer notre cerveau imaginaire et logique (McCarthy, 2000).

L'activité cérébrale gauche et droite

Dans la théorie du cerveau partagé, Sperry (1973) a découvert que le cerveau fonctionne comme deux cerveaux (cerveau gauche et cerveau droit) :

- **Le cerveau droit** : C'est lui qui reçoit toutes les informations, les personnes qui ont une dominance du cerveau droit pensent visuellement et de manière plus holistique et préfèrent traiter l'information de manière globale.
- **Le cerveau gauche** : C'est lui qui prend le contrôle car de ce côté, le langage et la parole proviennent. Il traite les informations de manière analytique, linéaire et séquentielle. Les personnes qui dominent le cerveau gauche pensent verbalement et préfèrent la structure, la logique et l'ordre.

3-1-3-L'hémisphéricité et le système 4MAT

McCarthy (1980) a utilisé l'**hémisphéricité** dans son modèle de style d'apprentissage. Elle a superposé l'hémisphéricité sur un modèle à quatre étapes qui a été développé à partir des travaux de Kolb. La fonction cérébrale gauche était associée à l'activité verbale et celle de droite à l'activité visuelle et spatiale. **McCarthy ne croit pas que l'enseignement devrait être conçu pour rendre les apprenants plus à l'aise dans leur propre style d'apprentissage.** Elle propose plutôt que l'apprentissage soit un **processus en spirale** dans lequel chaque leçon est présentée du point de vue des quatre styles accompagnée d'une hémisphéricité gauche / droite.

Dans son modèle, McCarthy s'appuie sur les points suivants : les hémisphères du cerveau humain traitent l'information et l'expérience de manières différentes, l'organisation neuronale de chaque hémisphère est complémentaire mais différente, et les préférences individuelles pour l'intégration hémisphérique ont des relations claires avec le style cognitif et l'apprentissage.

Selon McCarthy, les enseignants doivent concevoir intentionnellement l'enseignement pour incorporer les compétences de traitement des deux hémisphères afin que l'apprentissage soit complet. Ils doivent comprendre les fonctions des modes gauche et droit du cerveau et

concevoir consciencieusement les instructions dans chacun des quatre quadrants du modèle, c'est ainsi qu'un équilibre entre les deux cerveaux est créé (McCarthy, 2000).

3-2- Le cycle d'apprentissage 4MAT

Le cycle d'apprentissage 4MAT s'organise autour de deux axes, l'axe vertical du cycle montre la perception de l'information, et l'horizontal montre l'organisation de l'information (figure 2.3). La perception de la dimension informationnelle consiste en un passage de l'expérience tangible à la conceptualisation abstraite et la dimension organisation de l'information est un passage de l'observation réflexive à l'expérience active.

Selon McCarthy (1982, 1997, 2000), tous les apprenants se placent dans un quart du cycle. Dans une classe, les apprenants ont les quatre styles d'apprentissage, donc un enseignement adapté doit être présenté à chaque apprenant. Le cycle d'apprentissage 4MAT est plus important que n'importe quelle partie du cycle, parce que chaque quadrant présente un environnement d'apprentissage approprié pour les apprenants de ce quadrant tout en aidant également les apprenants à s'orienter vers d'autres styles d'apprentissage dans d'autres quadrants. Par conséquent, un environnement d'apprentissage dans lequel les apprenants apprennent à utiliser les styles d'apprentissage des autres est créé.

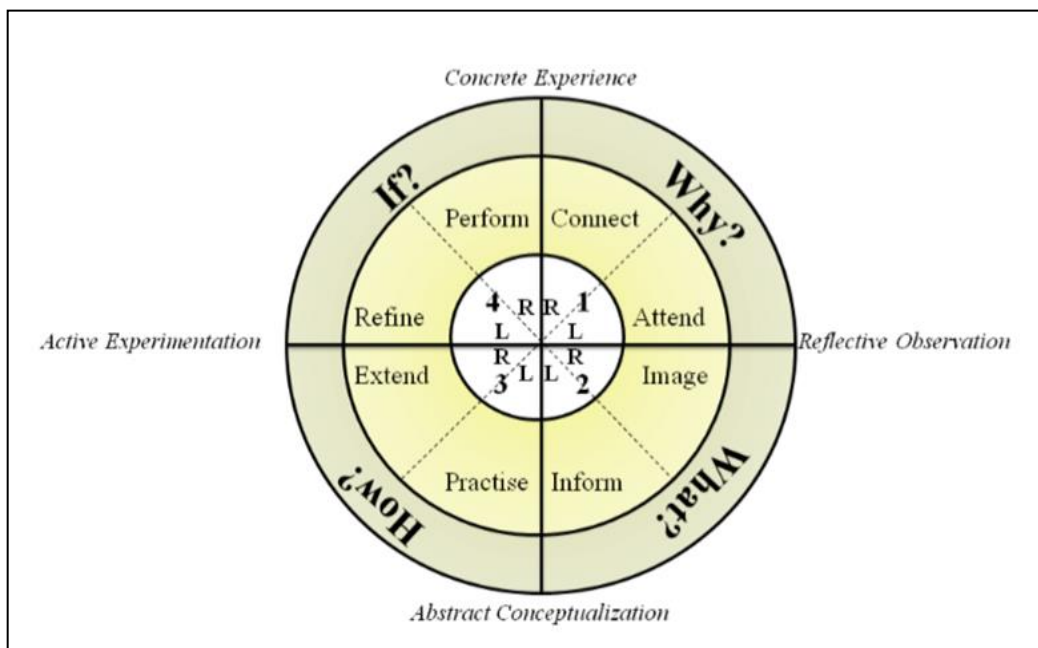


Figure 2.3 : Le modèle d'enseignement 4MAT (Source : McCarthy, 1997)

3-3- Les quatre quadrants du modèle 4 MAT

McCarthy préconise que les individus se développent dans quatre quadrants (annexe12) bien que chaque personne varie dans son degré de développement dans chaque quadrant.

Les individus ont tendance à avoir des capacités de préférence de style. Les quatre quadrants, combinant la dimension de perception du sentiment à la pensée, avec la dimension de traitement de la réflexion à l'action. Ensemble, la perception et le traitement décrivent toute la gamme de l'expérience d'apprentissage (McCarthy, 1997).

Dans ce cycle, l'expérience immédiate crée un besoin d'apprentissage, qui passe à l'observation réflexive de l'expérience. L'observation réflexive est suivie de l'introduction de concepts pour intégrer l'expérience immédiate dans ce qui est connu. Après l'intégration, le test est induit et, parce que cette action se traduit par de nouvelles expériences, le cycle se répète. Le cycle peut être considéré comme répondant aux diverses questions associées à « Pourquoi ? », « Quoi ? », « Comment ? » et « Et si ? » (Figure 9) (McCarthy, 1987).

3-4- Le système 4MAT : un modèle pédagogique séquentiel en 8 étapes

Le cycle d'apprentissage 4MAT a été conçu pour avoir 4 styles d'apprentissage et dans chaque quadrant. Des techniques d'enseignement appropriées ont été utilisées en fonction de la dominance de l'hémisphère droit ou gauche (McCarthy, 1997). Comme le montre le modèle d'enseignement 4MAT illustré à la figure 9, le cycle d'apprentissage 4MAT se déroule en 8 étapes (annexe 11). Chaque quadrant est subdivisé en deux secteurs, L (cerveau gauche) ou R (cerveau droit), qui sont essentiellement des activités d'analyse et de synthèse.

4- Visualisation et conception architecturale / visualisation et image

La créativité utilise à la fois la pensée verbale et visuelle, mais apprendre à penser visuellement est vital pour l'activité mentale (McKim, 1980).

Dans le chapitre précédent, la notion de visualisation a été abordée, et le lien entre les styles d'apprentissage et la visualisation a été relevée. Dans ce chapitre, reprendrons cette notion, mais sous un autre angle. En effet, dans cette partie nous mettrons l'accent sur l'importance de la visualisation dans le processus de conception architecturale, et sur l'importance de développer des compétences de visualisation chez les étudiants en architecture.

Guilford (1968) déclare qu'un problème de conception est conçu verbalement, mais il doit être vu (visualisé) avant de pouvoir progresser dans sa résolution.

En effet, la visualisation est fortement liée à la conception architecturale, il semble même que la capacité de visualisation soit essentielle pour la résolution de problèmes en architecture d'intérieur et en architecture, par conséquent, les étudiants en architecture doivent apprendre à utiliser des compétences de visualisation pour résoudre des problèmes de conception (Nussbaumer et Guerin, 2000).

Les compétences de visualisation pour les designers, et les architectes, incluent la capacité de traduire des formes bidimensionnelles en formes tridimensionnelles, de faire pivoter mentalement des objets et de visualiser des objets à l'échelle.

«La capacité de faire pivoter mentalement des objets et de juger des tailles et des distances relève du domaine de la cognition spatiale» (Zavotka, 1986, p. 46). La cognition spatiale est «une réflexion et une reconstruction intériorisées de l'espace dans la pensée» (p. 46). En d'autres termes, la cognition spatiale utilise l'imagerie visuelle pour résoudre un problème.

Selon Rey Barreau et Whiteside (1983), l'objectif principal des enseignants doit être le développement des capacités cognitives nécessaires pour produire des alternatives créatives aux problèmes de conception de l'environnement humain, car les concepteurs utilisent l'imagerie ou la pensée visuelle pour développer des solutions aux problèmes de conception.

Selon Goldschmidt (1994), l'imagerie est une partie importante de la visualisation. Il existe trois types d'images visuelles: perceptive, mentale et graphique. **La perceptive** consiste à voir ou à expérimenter le monde physique à travers nos sens. **La mentale** utilise l'image perceptive pour former une image en la faisant pivoter et en la manipulant dans notre esprit. Elle est ensuite enregistrée lorsqu'une personne dessine **la graphique** (McKim, 1980). Ces types d'images sont utilisés pour résoudre des problèmes de conception.

5- Le système 4MAT et notre recherche : vers une application du système 4MAT

5-1- Justification du choix du 4MAT

Le modèle d'enseignement 4MAT est basé sur la pédagogie constructiviste, il offre une approche qui permet d'organiser l'environnement d'enseignement autour de concepts ciblés et soutient l'utilisation de différentes stratégies en facilitant une approche d'enseignement intégrée (Jacops et Borland, 1989; Mccharty , 1987; 2003). C'est la principale raison pour le choix de ce modèle dans notre recherche. Nous conforterons notre choix par les

CHAPITRE 2 : APPRENTISSAGE EXPERIENTIEL ET SYSTEME 4MAT

avantages qu'offre ce modèle :

- C'est un système qui aide les enseignants à organiser leur enseignement en fonction des différences individuelles dans l'apprentissage.
- C'est une approche d'enseignement intégrée, qui permet de compiler différentes stratégies et méthodes d'enseignement basées sur la théorie constructiviste.
- C'est un modèle équilibré pour la planification de l'enseignement (comprend une série d'étapes séquentielles d'enseignement).
- Il fournit un modèle systématique de planification de l'enseignement qui suppose que les individus apprennent de manières différentes mais identifiables et que l'engagement dans une variété d'activités d'apprentissage diverses se traduit par des niveaux plus élevés de motivation et de performance.
- Il avance que les individus apprennent principalement par une des quatre manières, qui sont différentes mais complémentaires, en fonction de la façon dont ils perçoivent et traitent l'information (McCarthy & McCarthy, 2006).
- Il encourage les apprenants à développer leur propre compréhension et leurs propres perceptions.
- Il encourage l'utilisation de différentes stratégies d'enseignement ensemble de manière intégrée, ce qui rend l'apprentissage plus intéressant et favorable et augmente la permanence (Merrill, 2001; Raija, 2001 cité par Pruekpramool, 2011).
- Il aide à réaliser des activités coopératives.
- Il incorpore les compétences de traitement des deux hémisphères afin que l'apprentissage soit complet, il comprend les fonctions des modes gauche et droit du cerveau et conçoit les instructions dans chacun des quatre quadrants du modèle (crée un équilibre entre les deux cerveaux) (McCarthy, 2000).
- Il présente un cadre qui reflète le cycle d'apprentissage naturel : premièrement, l'enseignant relie les expériences personnelles des apprenants au concept d'enseignement ciblé. Ceci est suivi d'un enseignement systématique du contenu. Ensuite, les apprenants reçoivent une pratique guidée et une application. Enfin, les apprenants ont la possibilité d'intégrer et de synthétiser leurs nouveaux apprentissages (Joan et al, 2009).
- McCarthy résiste à la tentation de classer les apprenants selon un style unique.

Toutes ces raisons citées, nous poussent à croire que l'application du système 4MAT dans l'enseignement de l'architecture de façon générale, et dans l'enseignement de la lumière naturelle en architecture, peut donner une bonne voies de recherche, qui nous permettra à contribuer aux développement et aux perfectionnements des approches pédagogiques en

architecture.

5-2- Synthèse du système 4MAT

Vu l'importance qu'on accorde à ce système, il nous paraît important de présenter deux tableaux récapitulatifs.

Le premier tableau (tableau 2.1) est réalisé en se basant sur les écrits de McCarty (1980, 1987, 2000, 2005, 2012), de McCarthy et Leflar (1983), et de John et al (1993).

Il nous permettra de synthétiser le système 4MAT, afin de poser les premières pierres du cadre théorique qui sera appliqué dans notre recherche pour l'enseignement de la lumière naturelle en architecture. Dans ce tableau récapitulatif, nous précisons pour chaque quadrant les points suivants : les étapes, les procédures, le mode de saisie de l'expérience et le mode de transformation de l'expérience, l'hémisphéricité, le type d'apprenant, les préférences, les préoccupations individuelles, comment il fonctionne, les questions, les objectifs, les méthodes, les évaluations, le rôle de l'enseignant, donner des suggestions pour les enseignants, le rôle de l'apprenant, et les forces.

Le second tableau (tableau 2.2), quant à lui, est basé sur l'écrit de Nussbaumer (2001). Il permettra d'apporter plus d'éclaircissement sur le système 4MAT, et facilitera son application par la suite, et ce, en apportant des détails sur l'hémisphéricité du cerveau (mieux comprendre le passage du cerveau droit vers le cerveau gauche, et vice versa) et en donnant des possibilités d'application réelles.

CHAPITRE 2 : APPRENTISSAGE EXPERIENTIEL ET SYSTEME 4MAT

Tableau 2.1: Première synthèse du système 4MAT (Source : l'auteur)

	Quadrant 1		Quadrant 2		Quadrant 3		Quadrant 4	
Etape	Etape 1	Etape 2	Etape 3	Etape 4	Etape 5	Etape 6	Etape 7	Etape 8
Procédure	Créer une expérience	Réfléchir/analyser cette expérience	Intégrer l'analyse réflexive dans les concepts	Développer des concepts et des compétences	Appliquer des données définies	Pratiquer et ajouter des choses par soi-même	Analyser l'application pour la pertinence et l'utilité	Faire et appliquer pour des expériences plus complexes
Mode de saisie de l'expérience et mode de transformation de l'expérience	Expérience concrète	Observation réflexive	Observation réflexive	Conceptualisation abstraite	Conceptualisation abstraite	Expérimentation active	Expérimentation active	Expérience concrète
Hémisphéricité	Cerveau droit	Cerveau gauche	Cerveau droit	Cerveau gauche	Cerveau gauche	Cerveau droit	Cerveau gauche	Cerveau droit
Type d'apprenant	Innovateur		Analytique		Sensé		Dynamique	
Préférence	Percevoir concrètement Traiter de manière réfléchie		Percevoir abstraitement Traiter de manière réfléchie		Percevoir abstraitement Traiter de manière active		Percevoir concrètement Traiter de manière active	
Préoccupation individuelle	Sens personnel : leur donner une raison		Faits : leur enseignez		Expérience pratique : les laissez essayer		Action (faire) : les laissez enseigner et partager	
Fonction par :	Classement des valeurs		Penser les choses à travers...		Données factuelles recueillies à partir d'expériences kinesthésiques		Interpréter et tester les expériences	
Question	POURQUOI? Pourquoi ai-je besoin d'apprendre cela ?		QUOI? Quels sont les faits ?		COMMENT? Comment cela marche-t-il?		ET SI? SI... comment puis-je appliquer cela ?	
Objectif	<ul style="list-style-type: none"> -Présentez le sujet -Donnez une vue d'ensemble -Donnez du sens -Générez de l'enthousiasme -Faire preuve de respect et d'intérêt 		<ul style="list-style-type: none"> -Donner des informations à l'apprenant -Organiser et intégrer du nouveau matériel -Prévoyez du temps pour la réflexion et la réflexion 		<ul style="list-style-type: none"> -Offrir aux apprenants la possibilité d'appliquer le matériel -Aidez les apprenants à développer des modèles de résolution de problèmes -Créer un environnement d'apprentissage sûr 		<ul style="list-style-type: none"> -Offrir une opportunité de découverte de soi -Offrir aux apprenants des occasions de partager leurs découvertes -Évaluer les performances 	
Méthode	Discussion, interaction		Information -Intégrer les observations aux concepts au fur et à mesure que l'enseignant enseigne -Développer des théories et des concepts		Facilitation, organisation -Manipulation des matériaux, autotests, répondre à des questions, etc. -Formation de modèles, applications, et résolution de problèmes (apprentissage actif)		Découverte de soi -Appliquer le matériel, l'information, les procédures à de nouvelles situations afin de résoudre de vrais problèmes	

CHAPITRE 2 : APPRENTISSAGE EXPERIENTIEL ET SYSTEME 4MAT

Evaluation	<p>Etape 1 Engagement, participation au dialogue collaboratif et génération d'idées</p> <p>Etape 2 La qualité des analyses des apprenants sur leur monde subjectif et collectif d'expérience. La capacité des apprenants à explorer les sentiments exprimés en écoutant, en énumérant, en structurant, en hiérarchisant, en déclarant leurs propres réflexions.</p>	<p>Etape 3 Évaluation : Qualité de la production et de la réflexion des étudiants</p> <p>Etape 4 Évaluation : vérification verbale et/ou écrite par l'enseignant de la compréhension de l'élève</p>	<p>Etape 5 Qualité du travail des apprenants ou une interrogation (un quiz)</p> <p>Etape 6 Comportement des apprenants sur la tâche et engagement dans les options qu'ils ont choisies</p>	<p>Etape 7 La volonté et la capacité des apprenants à éditer, affiner, retravailler, analyser et compléter leur propre travail</p> <p>Etape 8 Capacité des apprenants à rapporter et à démontrer ce qu'ils ont appris. Expressions.</p>
Rôle de l'enseignant	<p>Motivateur -Créer une expérience qui engage les apprenants et qui intègre une signification personnelle dans l'expérience -Demander aux apprenants d'aller au-delà de l'expérience et de la regarder sous différents angles (changement d'objectif)</p>	<p>Expert -Déterminer une autre façon de regarder quelque chose qui engage les sens et développe une réflexion plus approfondie (approfondir les réflexions) - Enseigner l'information -Etre sélectif dans le choix des informations à enseigner : Doivent avoir un lien avec le concept. Doivent encourager l'apprenant à approfondir ses recherches</p>	<p>Coach Offrir une expérience guidée aux apprenants</p>	<p>Evaluateur -Ne pas jouer le rôle principal -Observer les performances des apprenants, évaluer leurs capacités et fournir des mesures correctives si nécessaire</p>
Suggestions pour les enseignants	<p>Etape 1 -Connecter les apprenants directement au concept de manière personnelle -Capter l'attention des élèves en lançant une activité de résolution de problèmes en groupe avant de donner les instructions -Commencer par une situation</p>	<p>Etape 3 -Offrir une vue plus large du concept aux apprenants -Utiliser un autre médium (pas la lecture ni l'écriture) pour relier les connaissances personnelles des élèves au concept (c'est-à-dire les arts visuels, la musique, le mouvement, etc.) -Impliquer les apprenants dans</p>	<p>Etape 5 -Fournir des activités pratiques pour la pratique et la maîtrise -Vérifier la compréhension des concepts et des compétences en utilisant des supports standard pertinents, c'est-à-dire des feuilles de travail, des problèmes de texte, des cahiers d'exercices, des exercices préparés par l'enseignant, etc.</p>	<p>Etape 7 -Donner des conseils et des commentaires aux apprenants (encourager, affiner, et aider pour qu'ils soient responsables de leur propre apprentissage) -Aider les apprenants à analyser leur application de l'apprentissage pour la signification, la pertinence et l'originalité.</p>

CHAPITRE 2 : APPRENTISSAGE EXPERIENTIEL ET SYSTEME 4MAT

	<p>familière aux apprenants et s'appuyer sur ce qu'ils savent déjà</p> <ul style="list-style-type: none"> -Construire une expérience d'apprentissage qui permet des réponses diversifiées et personnelles -Faciliter le travail des équipes (coopération) -Susciter un dialogue non trivial de la part des élèves <p style="text-align: center;">Etape 2</p> <ul style="list-style-type: none"> -Guider les apprenants vers la réflexion et l'analyse de l'expérience -Encouragez les apprenants à partager leurs perceptions et leurs croyances -Résumer et passer en revue les similitudes et les différences -Établir une attitude positive envers la diversité des expériences des différentes personnes -Clarifier la raison de l'apprentissage 	<p>une production réflexive qui mêle l'émotionnel et le cognitif</p> <ul style="list-style-type: none"> -Transformer le concept à enseigner en une image ou une expérience -Approfondir le lien et la relation entre le concept et la vie des apprenants -Reliez ce que les apprenants savent déjà à ce que les experts ont trouvé <p style="text-align: center;">Etape 4</p> <ul style="list-style-type: none"> -Fournir un « corpus de connaissances reconnu » lié au concept -Mettre l'accent sur les aspects les plus significatifs du concept dans un cadre organisé -Présenter les informations de manière séquentielle pour permettre aux apprenants de voir la continuité -Attirez l'attention sur des détails importants -Utiliser une variété de systèmes de diffusion : conférence interactive, texte, conférenciers invités, films, démonstrations, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> -Offrir aux apprenants des occasions de mettre en pratique de nouveaux apprentissages, ceci peut-être en mode multimodal (centres d'apprentissage, jeux favorisant le développement des compétences, etc.) -Définir des attentes élevées en matière de maîtrise des compétences • Utiliser le concept de la maîtrise d'apprentissage pour déterminer si un ré-enseignement est nécessaire et comment il sera réalisé -Demandez aux apprenants de créer des pratiques multimodales supplémentaires <p style="text-align: center;">Etape 6</p> <ul style="list-style-type: none"> -Encourager les ajustements des idées/rerelations/connexions -Pousser les apprenants à aller chercher les informations, et à pas se restreindre aux informations présentes dans les leçons. -Offrir aux apprenants l'occasion de concevoir leurs propres explorations ouvertes du concept -Fournir plusieurs options afin que les apprenants puissent planifier une « preuve » unique de l'apprentissage -Demander aux apprenants d'organiser et de synthétiser leur apprentissage de manière personnelle, et significative. -Demander aux apprenants de commencer le processus de planification de la façon dont leur projet sera évalué, et d'identifier ses propres critères d'excellence 	<ul style="list-style-type: none"> -Maintenir des attentes élevées pour l'achèvement des options choisies -Faire en sorte que les erreurs se transforment en opportunités d'apprentissage -Résumez en examinant l'ensemble, en amenant les apprenants à « boucler la boucle » de l'expérience avec laquelle l'apprentissage a commencé <p style="text-align: center;">Etape 8</p> <ul style="list-style-type: none"> -Soutenir les apprenants dans l'apprentissage, l'enseignement et le partage avec les autres -Établir un environnement d'apprentissage en classe qui célèbre le partage de l'apprentissage -Donner l'occasion pour les étudiants de pratiquer de nouveaux apprentissages -Rendre l'apprentissage des élèves accessible à l'ensemble de la communauté (partager les rapports, les travaux, les livres, afficher les travaux dans toute l'école) -Laisser les étudiants s'interroger (de manière créative) sur d'autres applications possibles du concept, prolongeant ainsi les "et si" dans le futur
Rôle de l'apprenant	-Faire l'expérience de quelque chose de nouveau en s'inspirant d'expériences	Faire le passage du concret à l'abstrait	-Définir le concept par la manipulation des concepts et des compétences nouvellement appris	-Faire quelque chose d'unique ou de personnel avec ce qu'ils ont appris -Démontrer l'importance de

CHAPITRE 2 : APPRENTISSAGE EXPERIENTIEL ET SYSTEME 4MAT

	passées. - Examiner l'expérience		- Manipuler et s'approprier le matériau en appliquant la théorie ou le concept (ajouter quelque chose d'eux-mêmes)	l'exploration, de la manipulation et des choix -Analyser la théorie ou le concept, et l'appliquer dans une tâche qui leur est propre -Partagent ce qu'ils ont appris avec les autres. -Revenir à la synergie de la première étape, mais à un niveau d'apprentissage plus élevé
Force	Innovation et idées, brain storming, écoute, interaction, prise de parole	Créer des concepts et des idées, observer, classer, tirer des conclusions	Application pratique, expérimenter, manipuler, suivre des instructions	Action; faire les choses; appliquer, tester avec la réalité ; mener à bien

Tableau 2.2 : Deuxième synthèse du système 4MAT (Source : l'auteur)

Etape	Caractéristique	
Etape 1	Hémisphère du cerveau	Droit Expérience concrète du cerveau droit
	Type d'activité	Activité visuelle et spatiale
	Principes	Intégration d'expérience , faire l'expérience de quelque chose de nouveau -l'enseignant crée une expérience qui engage les étudiants et qui intègre une signification personnelle dans l'expérience. -les apprenants font l'expérience de quelque chose de nouveau en s'inspirant d'expériences passées Ce qui est le plus important dans la préparation à cette étape est que l'enseignant doit comprendre le concept enseigné à l'étape quatre pour créer l'expérience. Cependant, l'expérience concrète doit être à un niveau plus simple
	Possibilités	-utiliser de nouveau matériel -visite de site -partage d'expérience -narration d'histoire
	Les compétences mises en avant	-le brainstorming - l'écoute, -l'interaction - la réunion de divers éléments
Etape 2	Hémisphère du cerveau	Gauche Observation réflexive du cerveau gauche Expérience cérébrale Droite non structurée dans une activité cérébrale gauche

CHAPITRE 2 : APPRENTISSAGE EXPERIENTIEL ET SYSTEME 4MAT

	Type d'activité	Activité verbale
	Principes	Exposer l'expérience On demande aux apprenants d'aller au-delà de l'expérience et de la regarder sous différents angles.
	Possibilités	-exposer l'expérience Apprenant : discussion de groupe, exposer l'expérience à travers une discussion de groupe au cours de laquelle les apprenants réfléchissent à l'expérience Enseignant : lister les observations
Etape 3	Hémisphère du cerveau	Droit Observation réflexive du cerveau droit L'enseignant pourrait encourager les étudiants à créer des images visuelles dans l'esprit - l'imagerie visuelle met l'accent sur la fonction cérébrale droite
	Type d'activité	Activité visuelle et spatiale
	Principes	-Les apprenants passent du concret à l'abstrait, développent une réflexion plus approfondie - Leurs observations sont intégrées aux concepts au fur et à mesure que l'enseignant enseigne
	Possibilités	l'enseignant doit déterminer une autre manière de regarder quelque chose qui engage les sens et développe une réflexion plus approfondie : -lire une histoire -montrer un film -demander aux apprenants d'utiliser du matériel de référence -lire leurs textes -encourager les apprenants à créer des images visuelles dans l'esprit, l'activité pourrait être suivie d'un devoir qui comprend la rédaction d'un paragraphe ou d'un court essai
Etape 4	Hémisphère du cerveau	Gauche Conceptualisation abstraite du cerveau gauche Créer une expérience pratique Droite au sein de l'activité Gauche Les visuels et les matériaux créent une expérience pratique du cerveau droit au sein de l'activité du cerveau gauche
	Type d'activité	Activité verbale
	Principes	Développer des théories et des concepts L'enseignant enseigne l'information ; cependant, il est important d'être sélectif dans le choix des informations à enseigner Les informations doivent se rapporter au cœur du concept et doivent encourager l'apprenant à approfondir ses recherches
	Possibilités	L'enseignant présente de nouvelles informations (instructions) Format de conférence : -power point -moyen visuel -exemples visuel (plan,...) -échantillon de matériaux
Etape 5	Hémisphère du cerveau	Gauche Conceptualisation abstraite du cerveau gauche

CHAPITRE 2 : APPRENTISSAGE EXPERIENTIEL ET SYSTEME 4MAT

		Travailler en groupe pour manipuler du matériel, créer un mode de cerveau Droit non structuré avec une activité cérébrale Gauche
	Type d'activité	Activité verbale
	Principes	Manipulation des concepts et des compétences nouvellement apprises
	Possibilités	Définition du concept -manipulation du matériel -auto évaluation -questionnaire -carnet de travail, feuilles de travail -travail en groupe
Etape 6	Hémisphère du cerveau	Droit Expérimentation active du cerveau droit
	Type d'activité	Activité visuelle et spatiale
	Principes	L'apprenant ajoute, ou intègre, quelque chose de lui-même, intègre le matériel et sa personne Manipuler, s'approprier le matériau en appliquant la théorie ou le concept Les applications peuvent inclure l'application des concepts à une affectation ou à un projet.
	Possibilités	L'application peut inclure l'application des concepts dans un projet
Etape 7	Hémisphère du cerveau	Gauche Expérimentation active du cerveau gauche L'analyse pourrait avoir lieu dans le cadre d'une discussion en petits groupes qui crée une expérience du cerveau Droit dans une activité du cerveau Gauche
	Type d'activité	Activité verbale
	Principes	Analyse de la théorie ou du concept pour son utilité et son application dans une tâche qui lui est propre Les applications peuvent inclure l'analyse de leur propre application ou projet Les apprenants pourront démontrer l'importance de l'exploration, de la manipulation et des choix
	Possibilités	Un invité spatialiste qui aidera chaque groupe à analyser son projet et discuter des problèmes La tâche des apprenants consiste à faire quelque chose d'unique ou de personnel avec ce qu'ils ont appris
Etape 8	Hémisphère du cerveau	Droit Expérience concrète du cerveau droit
	Type d'activité	Activité visuelle et spatiale
	Principes	Les apprenants partagent ce qu'ils ont appris avec les autres
	Possibilités	Partage du projet avec les pairs Discussion autour du projet et de ce qui a été appris avec l'enseignant et les pairs

6- L'application de la théorie de l'apprentissage expérientiel dans la recherche

6-1- L'apprentissage expérientiel dans l'enseignement supérieur

La théorie de l'apprentissage expérientiel a été appliquée dans divers contextes de la formation professionnelle (Geary et Sims, 1999; Brower et al., 2001; Kolb et al., 2001).

Elle a aussi été appliquée dans l'enseignement supérieur avec plus de 800 articles publiés entre 1985 et 2002, couvrant les disciplines de la physique (Johari et Muslim, 2018), la gestion (Kumar , 2019), l'économie (Hawtrey, 2007), la géographie (Healey et Jenkins, 2000), l'informatique (Dahbi et al, 2009), le marketing (Jaju et al,2002), l'ingénierie (Muscat et Mollicone, 2012), l'éducation (Sharma, 2017), la technologie de l'information et de la communication (Shui Kau Chiu, 2019), la mécanique (Holzer et Andruet, 2000), la technologie et la science de l'information (Konak et al, 2013), le génie civil et l'environnement (Watson et al, 2019), les études du travail social (Margaret et al, 2011), mais aussi la gestion, l'informatique, la psychologie, la médecine, les soins infirmiers, la comptabilité et le droit (Kolb et Kolb, 2002).

6-2- L'apprentissage expérientiel en architecture

Plusieurs chercheurs en architecture se sont intéressés à l'apprentissage expérientiel, et ont fait le choix d'appliquer la théorie de l'apprentissage expérientielle dans leurs travaux de recherche. Afin de faciliter la compréhension de ces applications, nous les organiserons dans des catégories. Elles regroupent les interventions les objectifs et les démarches qui sont similaires. Cinq catégories peuvent alors se distinguer, il s'agit de : 1) Visite d'un espace architectural, 2) Construire avec les mains, 3) Proposer un exercice de conception, ou un cadre pédagogique qui appliquent le modèle d'apprentissage expérientiel, 4) Recherche-action, et 5) IBL.

- **Visite d'un espace architectural**

Trois recherches mettent en exergue l'utilisation de l'espace architectural pour véhiculer l'apprentissage expérientiel.

- Guinther et Carll-White ont intégré l'apprentissage expérientiel en utilisant un service d'urgence comme espace d'apprentissage pour les étudiants en architecture d'intérieur. Une évaluation post-occupation a été menée avec ses étudiants pour les engager dans une expérience d'apprentissage concrète. Cette évaluation a été choisie comme moyen d'exposer

les étudiants à une expérience d'apprentissage qui met l'accent sur la pensée critique dans un cadre d'apprentissage expérientiel (Guinther et Carll-White, 2014).

- Salama a introduit un cadre avec une approche impressionniste pour évaluer l'environnement bâti par l'apprentissage expérientiel. Sa recherche décrit une approche pour apprendre de l'architecture qatarie en effectuant une évaluation procédurale de dix bâtiments identifiés sur la base de discussions avec les étudiants. L'exercice est conçu pour faciliter une compréhension plus profonde de l'environnement bâti grâce à des visites autoguidées (Salama A, 2007).

- Dans un atelier de conception, Jones (1995) a utilisé la théorie de l'apprentissage expérientiel de Kolb comme cadre conceptuel pour résoudre un problème de conception. Elle a développé des activités qui encouragent les étudiants à adopter la conception universelle, et a tenté d'introduire ses concepts. L'expérimentation consiste à réaliser des visites dans un centre local pour la vie autonome, des entretiens avec des personnes âgées (groupes d'utilisateurs) et des entrevues avec des directeurs de logements (et centre) pour personnes âgées, pour proposer à la fin une conception d'un centre de logement et d'activités pour seniors. Elle conclut que les connaissances et l'attitude envers le concept de conception universelle se sont améliorées

- **Construire avec les mains**

Les auteurs cités dans cette catégorie prônent un apprentissage expérientiel basé sur des activités manuelles. Deux approches peuvent être révélées dans cette catégorie, la première consiste à construire des projets à une échelle réelle (projet en direct ou *Projet live*), et la deuxième se matérialise par le recours à des activités manuelles pour apprendre, dans ce cas on parle d'apprentissage par la pratique (*learning by doing*), d'apprendre en faisant (*learning by making*), et d'éducation par les mains (*hands-on education*).

- NehaKolhe et Aparna (2017) ont lancé un projet basé sur l'expérience auprès d'étudiants de l'institut d'architecture et de design. Ils avaient comme objectif la présentation d'une compréhension de l'apprentissage expérientiel en tant que discipline dans laquelle l'apprenant préfère apprendre activement, grâce à une expérience pratique, et où l'apprentissage se produit en même temps que l'action. Le projet consiste à transformer des friches en parc inclusif pour les enfants et les adultes.

- Afin de rompre avec la tradition d'isoler l'atelier de conception de la vie quotidienne au sein des écoles d'architecture, et se concentrer moins sur la théorie sans expérience, Rodriguez (2017) a proposé une pédagogie centrée sur la promotion d'un apprentissage significatif, en utilisant la taxonomie révisée de Bloom et la taxonomie de Fink pour les

niveaux de connaissances comme références. Pour cela, 15 ‘projets live’ ont été conçus, construits, et analysés sur une période de quatre ans en complément des projets en atelier.

- Une collaboration entre trois institutions belges pratiquant une pédagogie active via une approche projectuelle personnelle et collective, a donné trois contributions qui ont alimenté un symposium. Il s’agit activités d’apprentissages impliquant une coopération entre étudiants en s’appuyant sur un même modèle pédagogique communément appelé « design and build » (D/B) ou « learning-by- making » (LBM) issu de l’apprentissage expérientiel (EL). Nous choisirons la première contribution dans notre étude. Elle présente le projet pédagogique « Jardin d’Expériences » qui s’appuie sur un principe d’apprentissage « design and build». A travers un chantier d’aménagement, la liberté est donnée aux étudiants architectes de tester ensemble la matière et de confronter leurs concepts à la réalité du terrain. Echanges et partages in situ sont ainsi au cœur du système d’apprentissage dans l’objectif de développer une adaptabilité personnelle, gage d’un savoir-faire et savoir-être futur (Blanckaert S et al, 2019).

- L’étude de Tezel et Casakin, (2010), a déjà été citée précédemment, mais dans cette partie, nous traiterons l’apprentissage expérientiel qu’ils proposent à leurs étudiants dans un atelier de conception. Il s’agit en réalité d’un exercice de conception d’une assise appropriée qui doit répondre aux exigences de bases tel que le confort et l’ergonomie. Cette conception s’est transformée en une construction à l’échelle réelle qui devait satisfaire aux exigences formelles, spécifications fonctionnelles et structurelles.

- L’article de MackIntosh, (2014) explore des exemples de méthodes alternatives d’éducation architecturale. L’auteur explique l’approche suivie pour la conception d’un système structurel complexe, en calculant sa résistance et en testant des modèles construits pour déterminer la performance et l’efficacité. Cela a permis de développer, concevoir et de construire un petit projet architectural (un semestre pour les étudiants de troisième année et une année pour les étudiants de cinquième année).

- L’article de Dewsbury et al (2014) se concentre sur l’utilisation des principes « d’apprentissage par la fabrication » dans l’unité « Technologie du bâtiment » pour mieux comprendre les principes structuraux. Le processus consiste à concevoir et à fabriquer par la suite des systèmes structurels avant de les tester. Ceci permet d’explorer des systèmes structurels plus complexes, et de construire des petits hangars, passant ainsi du cours de la technologie du bâtiment à la conception. Ce mode d’apprentissage en atelier applique les principes de l’apprentissage constructiviste.

- L’impact de l’apprentissage expérientiel a été étudié au sein d’un atelier de conception

architecturale, en comparant deux groupes d'étudiants en architecture dans une d'étude pilote. Seul un des groupes a été exposé à un exercice de construction pratique. Les résultats de la recherche suggèrent que le recours à un apprentissage pratique par l'expérience au sein de l'atelier de conception architecturale pourrait améliorer la capacité des étudiants à mieux comprendre la complexité des matériaux de construction, ce qui offrira des solutions de conception plus efficaces dès qu'il s'agira d'intervenir sur un patrimoine bâti (Djabarouti et O'Flaherty, 2019).

- **Proposer un exercice de conception, ou un cadre pédagogique qui appliquent le modèle d'apprentissage expérientiel**

Cette catégorie regroupe deux recherches qui ont proposé des exercices de conception (architecturale et urbaine), et une proposition d'un cadre pédagogique. Ces propositions entrent dans un cadre expérientiel qui applique une théorie d'apprentissage expérientiel.

- La recherche de Bhagyashri et al (2020), a tenté d'essayer de comprendre diverses taxonomies et méthodologies pédagogiques telles que Bloom et Kolb et comment celles-ci sont définies et mises en œuvre dans deux exercices. Le premier exercice « l'anthropométrie » a été présentée, et le modèle d'apprentissage VAK (visuel, audio et kinesthésique) a été introduit dans la classe pour que chaque apprenant soit engagé et impliqué. Ceci a révélé divers types de méthodologies d'apprentissage telles que les méthodes visuelles, auditives et kinesthésiques. Dans la deuxième étude, les étudiants ont mené des expériences en cartographiant la lumière du jour qui entre dans la pièce à travers les différents types de fenêtres qu'ils ont conçus. Cette étude sera plus détaillée plus tard dans cette thèse car elle concerne la lumière naturelle.

- Senbel (2012) a conçu un cours appelé "l'étude de conception hybride" afin de proposer une pédagogie qui a pour objectif la création d'une expérience de conception urbaine brève mais significative pour les étudiants en planification. Il a examiné la pertinence de ce cours dans un atelier de conception pour des étudiants en urbanisme. Cette recherche a permis de montrer comment renforcer l'apprentissage expérientiel de la conception urbaine grâce à la Co-création de modèles réduits.

- Outre un examen critique des littératures associées à l'enseignement supérieur, à l'enseignement de l'architecture et à la théorie de Kolb, Khorshidifard (2014) examine et compare de nombreux programmes d'ateliers (architecture, architecture paysagère, design urbain), afin de proposer un cadre pédagogique centré sur l'apprenant pour résoudre les problèmes de conception dans les ateliers de conception.

Elle conclut que la plupart des programmes étudiés étaient «linéaires» dans leur narration,

ce qui rend la communication difficile, et soutient qu'une intégration explicite du cycle de Kolb dans la conception du cours peut rendre le processus d'apprentissage plus clair et plus significatif pour les étudiants.

- Bakarman (2002) avait mené une recherche dans le cadre de sa thèse de doctorat dans le but de développer la pratique de conception des étudiants, augmenter la participation des étudiants dans l'atelier de conception, exposer les étudiants aux expériences des autres concepteurs, et augmenter la compréhension de la pratique de conception. Il a donc proposé un outil appelé l'outil d'apprentissage architectural (ALT) comme technique d'enseignement de conception. Une expérience de conception composée de trois étapes (conception, réplique, et re-conception), a donc été menée auprès des étudiants de deuxième année. Des observations directes, des entretiens approfondis et des questionnaires ont constitué la technique de recherche pour la collecte de données. Les résultats indiquaient une amélioration dans la pratique de conception des étudiants grâce aux différentes techniques de conception proposées, et une amélioration de la capacité des étudiants à communiquer à l'aide des activités de discussion.

- L'article de Brager (2017), se concentre sur les aspects thermiques de la qualité de l'environnement intérieur. Il propose quatre exercices (mémoire thermique, chasse au trésor expérientiel, journal thermique, et programmation thermique) réalisés individuellement ou en groupe, pour un enseignement qui se base sur l'expérience quotidienne des étudiants et l'éveil des sens, afin d'offrir une source d'inspiration pour les décisions architecturales et la conception éco énergétique. Selon l'auteur, cette approche à travers des exercices expérientiels a permis aux étudiants d'explorer des concepts, et de les appliquer dans leurs carrières professionnelles. Bien que cette approche porte spécifiquement sur l'expérience thermique, il serait facile de créer des affectations parallèles qui explorent les environnements visuels ou acoustiques, par exemple .C'est la raison pour laquelle, on s'est intéressé à cet article, qui pourrait offrir des perspectives pour l'enseignement de l'environnement visuel, et en l'occurrence, pour l'enseignement de la lumière naturelle.

- **Recherche-action**

Deux auteurs ont fait le choix d'appliquer la recherche-action dans un processus d'apprentissage expérientiel. Ils proposent ainsi une méthodologie adaptée, qui met l'accent sur la «théorie» et la «pratique».

- Badrinarayanan Srinivasan (2011) a mené plusieurs ateliers où le problème de conception a été décomposé en une série de petits problèmes, qui impliquent les étudiants de manière séquentielle dans tous les modes d'apprentissage.

- Afin d'intégrer la théorie et la pratique dans l'enseignement de l'atelier, Sano (2007) appelle à une méthode de «recherche-action» en tant que processus intégré commençant par l'expérience directe des étudiants. Ceci est suivi par la collecte de données et de l'observation de cette expérience. Par la suite, ces données sont analysées, et des conclusions sont tirées, ces conclusions vont renvoyer vers des réflexions et des modifications. Cette approche promeut l'utilisation d'expériences non formelles hors classe comme noyau du processus d'apprentissage.

- **IBL**

IBL (inquiry-based learning) qu'on peut traduire par l'apprentissage basé sur l'investigation a fait l'objet d'une recherche menée par Salama (2010). C'est dans un effort continu pour introduire l'apprentissage basé sur l'investigation dans les cours théoriques, et en favorisant un apprentissage interactif et la communication par le biais de mécanismes actifs et expérimentiels en tant que formes d'apprentissage fondé sur l'enquête, que cet auteur a mis en œuvre un certain nombre d'exercices en classe et hors campus. Les exercices proposés sont une série d'outils développée pour l'enseignement dans deux contextes différents. Ils ont des objectifs différents, et impliquent un travail individuel et en groupe, et une discussion en classe.

- **PBL**

-Elsharkawy et Zahiri (2017) ont conçu et planifié un cours en architecture sur le développement durable en s'appuyant sur l'apprentissage par problèmes (PBL), une des formes d'apprentissage actif, qui peut rendre les étudiants plus compétents dans la résolution de problèmes, le travail de groupe et l'analyse critique, il présente un outil clé pour développer les capacités de réflexion critique des élèves. Les auteurs ont commencé par poser un problème réel que les apprenants connaissent bien, pour développer la confiance et l'enthousiasme de leurs étudiants dans un cadre d'apprentissage multidisciplinaire. Ils les ont encouragés à réfléchir de manière critique sur le contenu, à développer leur pensée critique, et à travailler en groupe. Les résultats confirment que l'approche PBL, s'offre comme une méthode pouvant être adoptée par les enseignants pour améliorer les capacités de réflexion des étudiants, et comme un moyen efficace pour intégrer avec succès la durabilité dans l'enseignement de l'architecture.

-Afin de dépasser les niveaux de base du domaine cognitif et d'amener les étudiants aux niveaux d'analyse, d'évaluation et de création, Urquhart (2013) a appliqué, dans le cadre d'un cours de design d'intérieur, un apprentissage basé sur les problèmes (PBL). Après avoir assisté à une conférence et débattu sur l'accessibilité et la conception, des étudiants de première année ont entamé un travail de groupe, qui consiste à la réalisation en 2D à l'aide de

ruban de peintre, d'une salle de bain et des toilettes à l'échelle de l'utilisateur. Les réponses de réflexion des étudiants ont été extrêmement positives, sur la manière dont l'activité a amélioré leurs perceptions des espaces accessibles. Ceci, a permis une meilleure compréhension des détails et des difficultés impliqués dans leur création, et une immersion dans le métier d'un architecte d'intérieur.

-L'article de Kimmons et Spruiell (2003) traite des défis impliqués dans le développement et la mise en œuvre d'une affectation interdisciplinaire utilisant l'apprentissage par problèmes (PBL) dans un cadre d'enseignement / apprentissage en collaboration. Cette recherche a nécessité une équipe multidisciplinaire et collaborative d'étudiants (design d'intérieur, arts graphiques et vente) pour développer une proposition d'un petit projet commun, qui a été présenté par les étudiants et évalué par un jury composé de trois professionnels. Selon un sondage réalisé auprès des étudiants, le projet a été une réussite dans son développement et sa mise en œuvre, et ce malgré les difficultés rencontrées au début du projet collaboratif.

6-3- Synthèse des travaux de recherche sur l'apprentissage expérientiel en architecture

Après avoir cité les recherches qui ont appliquées la théorie de l'apprentissage expérientiel en architecture, nous avons jugé important de faire une synthèse qui permettra d'affiner un peu plus les catégories, et qui permettra de mettre la lumière sur les procédures entamées par ces chercheurs pour appliquer la théorie de l'apprentissage expérientiel (tableau 2.3).

CHAPITRE 2 : APPRENTISSAGE EXPERIENTIEL ET SYSTEME 4MAT

Tableau 2.3 : Synthèse des travaux de recherche sur l'apprentissage expérientiel en architecture (Source : l'auteur)

Catégorie	Sous catégorie	Auteurs	Procédure pour appliquer la théorie de l'apprentissage expérientiel
Visite d'un espace architectural	Visite d'un espace architectural	Guinther et Carll-White (2014)	Evaluation post-occupation
		Salama (2007)	visites autoguidées
	Visite, entretiens, entrevus et conception	Jones (1995)	-Visites de logement et d'activités pour seniors -Entretiens avec le groupe d'utilisateurs -Entrevues avec des directeurs de logements pour personnes âgées -Conception d'un centre de logement et d'activités pour seniors
Construire avec les mains	Construire un projet (<i>live projects</i>)	NehaKolhe, Aparna (2017)	Transformer des friches en parc inclusif pour les enfants et les adultes
		Rodriguez (2017)	Construction de 15 projets (boîtes, pavillons,...)
		Blanckaert et al. (2019)	-Conception -Préparation -Réalisation (un chantier de 11 ateliers pour aménager 3 sites)
	Activités manuelles pour apprendre : Apprentissage par la pratique (<i>learning by doing</i>), Apprendre en faisant (<i>learning by making</i>) Education par les mains (<i>hands-on education</i>)	Tezel et Casakin (2010)	-Conception d'une assise -Réalisation de l'assise en carton (elle doit satisfaire aux exigences formelles, spécifications fonctionnelles et structurelles)
		MackIntosh (2014)	-Conception d'un système structurel complexe -Construction et tests du système conçu
		(Dewsbury et al, 2014)	-Concevoir des systèmes structurels -Fabriquer par la suite ces systèmes structurels et les tester -Construire des petits hangars
		Djabarouti et O'Flaherty (2019)	Un exercice pratique d'artisanat de maçonnerie en pierre, en faisant participer un tailleur de pierre expérimenté
Proposer un exercice de conception, ou un cadre pédagogique qui appliquent le modèle d'apprentissage expérientiel	Proposition d'un exercice de conception architecturale ou d'un exercice dans l'atelier.	Bhagyashri et al. (2020).	2 exercices : 1- Exercice de conception avec une approche pédagogique variée (théorie, des quiz, des vidéos, des audio et des activités) 2-Exercice pour cartographier la lumière du jour
		Badrinarayanan Srinivasan (2011)	-Décomposé en une série de petits problèmes un problème de conception -Concevoir des tâches spécifiques pour se concentrer sur des problèmes de conception spécifiques afin d'impliquer les étudiants de manière séquentielle dans tous les modes d'apprentissage
		Bakarman (2002)	Proposé un outil appelé l'outil d'apprentissage architectural (ALT) : expérience de conception composée de trois étapes. -conception -réplication, - re-conception) Des observations directes, des entretiens et des questionnaires à la fin de l'expérience.
			Approche de conception centrée sur l'expérience : 4 exercices

CHAPITRE 2 : APPRENTISSAGE EXPERIENTIEL ET SYSTEME 4MAT

			-1er exercice : mémoire thermique (exploration à travers le souvenir d'un espace favori) 2ème exercice : chasse au trésor expérientiel 3ème exercice : journal thermique (création d'une cartographie du parcours thermique à l'aide de mesures quantitatives) 4ème exercice : établir une programmation thermique
	Proposition d'un exercice de conception urbaine	Senbel (2012)	Co-création de modèles réduits d'un aménagement urbain
	Proposition d'un cadre pédagogique	Khorshidifard (2014)	-Comparer de nombreux programmes (ateliers d'architecture, ateliers d'architecture paysagère et de design urbain) -Comparer des cours, des séminaires et des conférences -Proposer un cadre pédagogique centré sur l'apprenant qui applique le modèle d'apprentissage expérientiel de Kolb
Recherche-action	Exercice de conception sur le terrain et en atelier	Sano , H. (2007).	La recherche-action comme processus intégré : -Expérience sur le terrain (expériences non formelles hors classe) comme noyau du processus d'apprentissage -Collecte de données -Observation de l'expérience -Analyses de données -Conclusions (qui sont employées pour une réflexion et des modifications)
IBL	Exercices menés sur le terrain en se basant sur des investigations	Salama (2010)	-Exercices réalisés par groupes de deux ou quatre -Exercices individuels basés sur la nature de chaque étudiant et le type de problèmes impliqués. -Discussion en classe après chaque exercice animée par le tuteur où tous les étudiants ont occasions d'exprimer leurs pensées à l'ensemble du groupe.
PBL		Elsharkawy et Zahiri (2017)	Projet réalisé en groupe dans le cadre d'un cours sur le développement durable en architecture en s'appuyant sur l'apprentissage par problèmes (PBL).
		Urquhart (2013)	Réalisation en 2D à l'aide de ruban de peintre d'une salle de bain et des toilettes à l'échelle de l'utilisateur.
		Kimmons et Spruiell (2003)	Collaboration d'étudiants (design d'intérieur, arts graphiques et vente) pour développer une proposition d'un petit projet commun.

7- Application du système 4Mat dans la recherche

Le 4MAT basé sur les styles d'enseignement développés par McCarty (2000) est théoriquement basé sur la théorie de l'apprentissage expérimental de Kolb. Une revue de la littérature sur les différences individuelles et la spécialisation hémisphérique et leur influence sur l'apprentissage a été élaborée par Bernice McCarthy et al (2002). Dans le guide de recherche du 4 MAT, plus de 104 articles ont été publiés entre 1985 et 2002, dans lesquels le 4 MAT est appliqué avec succès dans la recherche en milieu scolaire préscolaire, et dans la recherche en milieu postsecondaire, notamment dans le développement professionnel et l'enseignement supérieur (Kelly, 1990 ; Harb et al, 1993, Paraskevas & Sigala, 2003 ; Joan et al, 2009 et ifran et al, 2016).

7-1- L'activité cérébrale gauche et droite dans la recherche

Le système 4 MAT se base sur la théorie du cerveau partagé, ou l'hémisphéricité, qui prône que le cerveau fonctionne comme deux cerveaux (cerveau gauche et cerveau droit). Nous avons donc jugé important de citer les travaux de recherche qui ont tenté de relier les différents styles d'apprentissage à l'hémisphéricité.

- En utilisant la théorie du cerveau divisé de Sperry (1973) pour enseigner le dessin, Edwards (1979) a découvert que la créativité pouvait augmenter si le cerveau gauche pouvait être désactivé, ce qui permettrait au cerveau droit d'être renforcé. Cependant, Edwards a découvert que c'était souvent une tâche difficile, car le cerveau gauche est dominant, rapide, et agit vite face aux mots et aux symboles. Selon elle, bien que les deux approches soient nécessaires pour apprendre, l'activité du cerveau droit doit être encouragée.
- Kolb (1984) a établi un lien entre l'activité cérébrale gauche et droite et les différences de style d'apprentissage. Il a déclaré que les différences entre le cerveau gauche et le cerveau droit sont les deux dimensions différentes de la prise ou de la saisie de nouvelles informations. Un individu du cerveau gauche prend de nouvelles informations à travers une conceptualisation abstraite et les analyse à travers la logique et l'ordre. Un individu du cerveau droit absorbe de nouvelles informations à travers une expérience concrète qui implique de les vivre à travers les sens.
- Fujii (1996) a utilisé la théorie des styles d'apprentissage de Kolb et a constaté qu'il existait une relation entre les styles d'apprentissage et le raisonnement verbal/non verbal. Les convergents qui saisissent l'information par la conceptualisation abstraite étaient plus

forts dans le raisonnement verbal; les divergents qui saisissent l'information à travers une expérience concrète étaient plus forts dans le raisonnement non verbal. Ainsi, la manière dont les gens saisissent les nouvelles informations peut relier les différents styles d'apprentissage à l'hémisphéricité.

7-2- Application du 4 Mat dans différentes disciplines

4MAT a des applications à travers différents niveaux d'enseignement et disciplines telles que les mathématiques (Szewczyk, 1987 ; Lieberman, 1988 ; Lieberman, 1989, Peker, 2003 ; Tatar & Dikici, 2009 ; Uyangor, 2012 ; et Kemal & Huseyin, 2014), la science (Benezra , 1985 ; Young, 1986 ; Bowers, 1987 ; Lisokie, 1989 ; Ursin, 1995 ; et Jackson, 2001), la musique (Appell, 1991), la médecine (Spatz, 1991 ; Erwin et al., 1992), l'économie de l'ingénierie (Mare , 1993), la biostatistique (Nowacki, 2011), l'environnement (Demirkaya et al, 2003), les arts visuels (Stinespring & Kennedy, 1993), les beaux-arts (Bülbül & Vedat , 2015 et Baqi Alasady ST & Aboud Al Dulyme AW, 2021) , les mathématiques et les études sociales (Şeker & Övez, 2018), la géométrie (Aliustaoglu & Tuna, 2016), la géo-ingénierie (Seidel & Kodikara, 2015), et l'art (Maugeri McKain, 1993).

7-3- Application du 4 Mat en architecture

Dans cette revue de littérature, on peut relever le manque d'intérêt pour l'application du 4 MAT dans la recherche en architecture. En effet, aucun chercheur en architecture n'a appliqué ce système. On citera tout de même deux recherches dans lesquelles le 4MAT a été appliqué en architecture d'intérieur vu les similitudes qui existent entre les deux domaines.

- La première recherche a été menée par Sarawgi (2013). Cette recherche sera plus détaillée dans le chapitre suivant, car elle s'applique sur l'enseignement de la lumière naturelle, dès lors, il est important de préciser certains éléments là concernant.

Tina Sarawgi a appliqué le système 4Mat de McCarthy en apportant les modifications de Nussbaumer (Nussbaumer, 2001) comme cadre théorique dans les expériences d'apprentissage de l'éclairage naturel. Son article traite des stratégies d'apprentissage développées pour aborder l'éclairage naturel de manière holistique dans un cours de design d'intérieur. Au cours des auto-évaluations des étudiants à la fin du processus d'apprentissage expérientiel, l'auteur relève une compréhension avancée de la lumière du jour et de son impact sur les espaces intérieurs, ce qui n'aurait peut-être pas été possible autrement.

- La deuxième recherche est celle de Nussbaumer (2001), une recherche qui nous intéresse particulièrement dans notre thèse, car cette auteur a apporté des modifications sur le système 4MAT afin qu'il puisse s'adapter parfaitement à l'enseignement de l'architecture d'intérieur, et par la même occasion, à celui de l'architecture. Ces modifications proposées par Nussbaumer seront adoptées dans notre expérimentation lors de l'application de système 4MAT dans notre recherche.

Il faut préciser que Nussbaumer a développé un cadre théorique qui utilise des styles d'apprentissage et superpose l'hémisphéricité en mettant l'accent sur les activités du cerveau droit. Ce cadre peut être appliqué à divers sujets du programme de design d'intérieur, en particulier ceux enseignés sous forme de cours magistraux. Ceci rendra l'expérience d'apprentissage plus excitante et stimulante pour les étudiants si tous les styles d'apprentissage sont pris en compte.

Elle a mis l'accent sur les activités du cerveau droit afin d'encourager la pensée visuelle et créative chez les étudiants en design d'intérieur, ce qui leur permet de mieux comprendre et d'approfondir leur expérience d'apprentissage. Ce qui a encouragé ce choix, c'est le fait que l'enseignement du design d'intérieur, un domaine multidisciplinaire avec une variété de styles d'apprentissage et diverses capacités visuelles, devrait tenir compte de cette diversité pour améliorer les résultats d'apprentissage, les attitudes envers l'apprentissage et les capacités visuelles. L'objectif est d'enseigner à tous les styles d'apprentissage et de mettre l'accent sur les activités du cerveau droit. Dans cette recherche, Nussbaumer donne un exemple qui peut être utilisé pour enseigner une unité de design d'intérieur. Le sujet de cet exemple est la sécurité et les voies d'évacuations dans un bâtiment. C'est ainsi qu'elle a abordé le concept de sécurité en architecture, en se basant sur le système 4MAT.

Conclusion

Ce chapitre nous permet d'amorcer la problématique de l'enseignement de la lumière naturelle en architecture en mettant l'accent sur le passage d'un paradigme centré sur l'enseignant, vers un paradigme centré sur l'apprenant. Il met la lumière sur des théories et des modèles pédagogiques actifs et dynamiques et offrent plusieurs option pour les enseignants en architecture. Il nous permet aussi d'asseoir notre cadre théorique, et de poser les premières pierres de notre méthodologie.

CHAPITRE 3 : ENSEIGNEMENT DE L'ARCHITECTURE ET DE LA LUMIERE NATURELLE EN ARCHITECTURE

Introduction

Ce chapitre viendra lever le voile sur ce qui constitue l'épicentre de notre recherche, à savoir, l'enseignement de la lumière naturelle en architecture. Dans un premier temps, et avant d'aborder l'enseignement de la lumière naturelle, on commencera par donner une idée globale sur l'enseignement de l'architecture et son évolution. Par la suite, l'enseignement de l'éclairage sera abordé en mettant l'accent sur la relation entre : lumière naturelle, architecture, conception architecturale, et pédagogie. Le contexte Algérien sera aussi mis en relief, on cherchera alors à mieux comprendre l'enseignement de l'architecture dans ce contexte, et on fera une lecture et une analyse approfondie du programme officiel, afin de bien situer l'enseignement de la lumière naturelle dans ce programme. Une revue de littérature sur l'enseignement de l'architecture et de la lumière naturelle viendra clore ce chapitre, et apporter les outils nécessaires pour aborder sereinement la partie expérimentale de cette thèse.

1- L'enseignement de l'architecture

Le but de l'architecture est d'améliorer la qualité de vie et l'environnement. L'objectif de l'enseignement de l'architecture est de fournir une expérience éducative aux générations futures qui seront responsable de la planification, de la conception, de la construction et de l'entretien de l'environnement bâti. La conception architecturale a connu une évolution à travers le temps, sa réussite a d'abord été liée aux qualités esthétiques et fonctionnelles, mais les premières décennies du XXe siècle ont apporté des changements radicaux dans les approches de conception. En effet, à partir de cette période, l'industrialisation et les progrès technologiques ont fait leur introduction dans la conception architecturale, obligeant ainsi le concepteur à être plus compétent dans les questions techniques et technologiques (Demirbilek, Demirbilek, 2007). L'enseignement de l'architecture a aussi connu des changements et une évolution dans le temps. Afin de mieux cerner cet enseignement, il faut

commencer par situer le passé et le présent de la formation architecturale, et c'est ce qui sera abordé dans ce qui suit.

1-1- L'enseignement de l'architecture à travers le temps

Les origines et l'évolution de l'enseignement de l'architecture qui a conduit au système scolaire actuel seront présentées dans cette partie, en gardant à l'esprit que des éléments de différentes périodes d'évolution sont toujours présents, ici et là, dans les écoles d'architecture du monde entier. Avant d'évoquer l'évolution historique de l'enseignement de l'architecture (voir annexe 14 pour plus de détails), il est important de mentionner que la tradition académique de l'enseignement de l'architecture est issue et remarquablement influencée dans le monde entier par le modèle européen (principalement français). Par conséquent, l'évolution de l'enseignement de l'architecture en Europe fait inévitablement partie du contexte historique dans le monde entier.

- **Le système de maître-apprenti :** Avant le milieu du 18^e siècle, la construction de bâtiments était principalement confiée à des constructeurs plutôt qu'à des architectes. Seuls les grands projets tels que les églises et les palais ont été conçus par des soi-disant architectes (Colvin, 1978). Le système de maître-apprenti des métiers liés à la construction de bâtiments était toujours là comme une voie pour devenir architecte. Après une longue formation en maçonnerie ou en menuiserie, les compétences ou l'expérience acquises ont été employées pour concevoir et édifier des bâtiments (Ozersay, 2003).

- **L'académie :** Le concept actuel de l'enseignement de l'architecture, au sens académique, trouve ses racines dans la France du XVII^e siècle, par la création de l'Académie Royale d'Architecture en 1671 par Louis XIV (Cunningham, 1993), où l'enseignement était uniquement théorique, et l'essentiel de l'activité de construction était assuré par l'artisan architecte, héritier des savoir-faire du Moyen Âge, par l'enseignement oral et l'exemple pratique.

- **Deux écoles en France : les Beaux-arts et Polytechnique :** L'institutionnalisation de l'enseignement de l'architecture en Europe et en Amérique trouve ses racines dans ces deux institutions fondées au 18^{ème} siècle à Paris. Il est important de préciser que l'atelier a toujours trouvé sa place dans ces deux écoles, mais avec des contenus différents : un contenu scientifique et technique à l'école polytechnique, et un autre artistique au sein de l'école des beaux-arts.

- **Le Bauhaus :** Fondé en 1919 à Weimar en Allemagne, le Bauhaus était une fusion de deux anciens établissements, l'Académie des Arts et l'École des Arts et Métiers. Walter

Gropius, le fondateur du Bauhaus, déclare que son objectif est d'établir l'idée de «l'unité fondamentale sous-jacente à toutes les branches du design» à travers le système pédagogique de l'école (Cross, 1983). Cette école se distingue par l'importance qu'elle a accordée à l'artisanat.

- **Après le Bauhaus :** Le concept moderne de design intensifié par la tradition du Bauhaus, a dominé la formation et le développement des écoles d'architecture jusqu'aux années 1970. Après les années 1970, le mouvement postmoderne a commencé à émerger comme une forte influence sur le climat intellectuel en Amérique, remettant en question les hypothèses qui étaient au centre du discours du modernisme.

1-2- L'enseignement de l'architecture : entre théorie et pratique

L'enseignement de l'architecture est souvent constitué de deux disciplines : une discipline pratique (l'atelier), et une autre théorique. On cherche alors à développer la pratique de la conception architecturale dans l'atelier de conception de façon dynamique, en considérant les disciplines théoriques, proposées dans un format plus conventionnel, comme support qui vient soutenir l'atelier de conception (Fernando et al, 2007). L'atelier de conception est donc perçu comme un lieu où l'étudiant peut libérer ses élans créatifs, tandis que les cours de soutien sont souvent perçus comme ceux qui donneront des informations limitant leur créativité (Fontein, 1997).

En réalité, cette vision des choses doit être revue, car les cours théoriques, et les cours techniques en particulier, doivent intégrer la pratique de conception en atelier, et créer un lien fort avec la conception architecturale. Il faut donc intégrer la théorie à la pratique, et inclure dans l'atelier des éléments d'expérimentation, qui motivent l'étudiant dans ses investigations (Fernando et al, 2007). En conséquence, l'étudiant est stimulé à voir la théorie et la technologie non pas comme élément à intégrer à la conception architecturale, mais comme élément ayant la capacité d'inspirer et de diriger la conception (Szokolay, 1994).

1-3- L'enseignement de l'atelier de conception

L'atelier de conception, indéniablement le cœur de l'enseignement du design, est un environnement « différent d'une salle de classe traditionnelle d'un point de vue pédagogique, sociologique, idéologique et épistémologique » (Sagun, Demirkan et Goktepe, 2001). Comme indiqué dans un rapport de l'AIAS Studio Culture Task Force (Koch et al, 2002), l'apprentissage en atelier a de nombreux atouts, et peu de disciplines ont une interaction aussi

directe entre les enseignants et les étudiants, ce qui permet aux étudiants de recevoir un retour immédiat sur leur travail. Demirbas et Demirkan (2003) pensent que l'atelier de conception est très important car il permet trois types d'apprentissage : apprendre et pratiquer de nouvelles compétences, apprendre et pratiquer un nouveau langage (langage graphique et verbal), et apprendre à penser architecturalement. À une époque où « le monde devient plus complexe, les frontières s'érodent, l'information circule plus rapidement et la mondialisation fait partie de notre vocabulaire quotidien » (Koch et al, 2002, p.2), la culture de l'atelier est également affectée et est en cours de changement.

Le processus de conception est aussi important que le produit de conception lui-même, c'est la raison pour laquelle diverses méthodologies d'enseignement et d'apprentissage sont recherchées et appliquées dans ce processus (Demirbilek et al, 2009). Il est aussi important de préciser que l'importance vitale de la conception durable mise sur le devant de la scène et le développement des technologies numériques, ont permis d'offrir de nouvelles opportunités pour la conception, et de modifier l'enseignement de la conception (Demirbilek et al, 2009).

1-4- L'enseignement de l'environnement et de la conception architecturale

L'approche optimale de l'enseignement de l'environnement et de la conception architecturale dans un contexte d'enseignement de l'architecture a souvent été débattue (Watson, 1997) et perçue comme problématique (Austin, 2007 ; Fontein, 1997), mais le besoin n'a jamais été aussi grand pour les architectes et d'autres professionnels de l'environnement bâti pour comprendre les relations entre l'environnement et les bâtiments qu'ils construisent (Jenks et Dempsey, 2005). Si l'environnement et la conception architecturale sont enseignés de manière isolée, on compte souvent sur les étudiants pour faire le lien entre les deux. Si les deux sont intégrés, une formation en conception architecturale plus « complète » peut être dispensée (Watson, 1997), mais la question est alors de savoir comment rendre l'environnement et la conception architecturale pertinents l'un par rapport à l'autre tout au long du processus d'apprentissage (Southall, 2011).

En effet, la conception environnementale dans l'enseignement de l'architecture et du design d'intérieur est un moyen d'introduire, d'encourager et de promouvoir une prise de conscience des concepts d'éclairage durable, y compris les mesures d'éclairage naturel et leur évaluation (Theodorson, 2014).

1-5- L'enseignement de l'architecture en Algérie

La partie précédente nous a permis de traiter le contexte historique de la formation architecturale dans le monde. L'enseignement de l'architecture en Algérie, au sens académique, est considéré comme influencé par la même perspective historique.

1-5-1-La période coloniale

Pour bien cerner l'enseignement de l'architecture en Algérie durant la période coloniale, la thèse de doctorat de Malik Chebani (2013) semble être une bonne référence pour comprendre les fondements et le contexte historique de l'enseignement de l'architecture durant cette période. D'après cet auteur, en 1881, un atelier d'architecture été fondé à l'École nationale des beaux-arts d'Alger. Jusqu'en 1940, les programmes, les concours, ainsi que les jugements et les récompenses dépendent de patrons et de jurys locaux. À partir de 1940, l'atelier devient régional et intègre le giron de l'École des beaux-arts de Paris. C'est la seule structure appartenant à l'empire colonial français à s'être vu accorder ce statut (Chebani, 2013). Donc on peut voir clairement que l'enseignement de l'architecture en Algérie durant la période coloniale a repris exactement le même cheminement suivi en France.

1-5-2-L'après l'indépendance

C'est en 1970 que le premier établissement d'enseignement de l'architecture a été créé dans l'Algérie indépendante, c'est l'école polytechnique d'architecture et d'urbanisme EPAU. C'était le seul établissement qui délivrait à ses étudiants un diplôme d'ingénieur d'état d'architecture après cinq années d'études.

Le programme dispensé se présente comme suit :

- une formation initiale de base (durant les deux premières années), qui consiste à initier les étudiants au langage architectural, au dessin et au projet d'architecture
- une année charnière axée sur la projection architecturale
- deux années conçues comme un cycle d'approfondissement des connaissances, dont la dernière offre le choix d'une option spécifique pour la préparation du projet de diplôme.

Le programme et les méthodes d'enseignement dans les écoles d'architecture en Europe, et en France particulièrement, ont continués à être appliqués dans cette école, dont laquelle l'atelier a toujours constitué l'épine dorsale de la formation, accompagné de plusieurs cours théoriques provenant de divers disciplines (sociologie, construction, physique, mathématique, art, ...).

D'autres établissements ont été érigés dans plusieurs villes du pays : Constantine à l'est, Oran à l'ouest, et Biskra au sud. On compte à ce jour :

- Une école d'architecture et d'urbanisme EPAU à Alger
- Trois facultés d'architecture et d'urbanisme (Constantine, Setif et Blida)

- Quinze départements d'architecture et d'urbanisme (Chlef, Annaba, Oran, Tizi Ouzou, Biskra, Tlemcen, Mostaganem, Batna, Laghouat, Tebessa, Béchar, Jijel, Béjaïa, Guelma, et Oum-El-Bouaghi)

L'ensemble de ces institutions a continué à perpétué les mêmes traditions d'enseignement de l'EPAU de façon globale, donc on peut avancer que l'enseignement de l'architecture en Algérie, n'échappe pas aux perspective historique que le monde entier a connu.

2- La lumière naturelle

2-1-La lumière naturelle et l'architecture

L'intégration de la lumière du jour dans les bâtiments est largement acceptée comme l'une des stratégies importantes pour réduire la consommation globale d'énergie (Dubois, 2006). Outre ses nombreux effets positifs sur la santé et la psychologie (Boys et al, 2003), c'est une ressource naturelle gratuite, renouvelable et une source lumineuse à haute efficacité (Lechner, 2001). La lumière du jour fournit également un spectre continu de lumière, ce qui améliore les performances visuelles (Dubois, 2006). Les gens toléreront des niveaux d'éclairage de la lumière du jour beaucoup plus faibles que la lumière artificielle, en particulier dans des conditions de lumière du jour décroissante en fin de journée (Baker, 2000).

La lumière en tant qu'élément de conception multidimensionnel a une importance fondamentale pour un environnement durable (Hansen et Mullins, 2014). L'importance du rôle que peut jouer la lumière dans ce contexte est reconnue depuis longtemps (Millet et Loveland, 1997), et son influence sur l'ensemble du processus de conception, intégrant à la fois l'esthétique et la technique, a été soutenu. Ces qualités techniques et esthétiques en font un véhicule idéal pour accroître la compréhension et l'intégration du design et de la technologie dans l'enseignement de l'architecture (Southall, 2011).

L'éclairage naturel influencent l'ensemble du processus de conception et intègrent autant d'aspects conceptuels et esthétiques que techniques (Fernando et al, 2007). La lumière du jour prend son sens en architecture de manière relationnelle, ce n'est que lorsque le concepteur peut comprendre les intentions dans la façon dont un bâtiment est éclairé naturellement, ainsi que les stratégies utilisées pour le faire, qu'il pourra concevoir ses propres intentions et appliquer les moyens de les réaliser (Millet, 1996). Le concepteur doit acquérir une compréhension approfondie du comportement de la lumière afin d'avoir une bonne estimation des effets causés par les décisions de conception de l'éclairage naturel (Baker et al, 1993).

L'éclairage peut être un élément de conception majeur, non seulement pour fournir un éclairage adéquat pour les tâches, mais aussi pour mettre en valeur la structure et la forme architecturale du bâtiment (From Shadow to Sparkle 1998).

2-2-La lumière naturelle et la conception architecturale

Malgré les nombreux avantages que l'éclairage naturel peut présenter comparé à l'éclairage artificiel, la lumière du jour n'est pas toujours la solution d'éclairage privilégiée car elle est souvent associée à des problèmes d'éblouissement (direct, réfléchi) et de surchauffe (Dubois M C, 2006). De plus, la nature dynamique intrinsèque de la lumière du jour en fait une source de lumière moins fiable dans l'esprit des ingénieurs qui souhaitent atteindre des objectifs de conception spécifiques (valeurs en lux). Les architectes trouvent souvent cela trop compliqué à prendre en compte à un stade précoce de la conception et sont souvent trop mal formés pour pouvoir travailler stratégiquement avec la lumière du jour (Dubois M C, 2006).

Un examen des enquêtes et de la littérature confirme le manque de l'utilisation des prises de mesures de la lumière naturelle et des outils de vérification (logiciels) chez les architectes (Lewis, 2015 ; Treacy, 2015 ; Kanters et al., 2014 ; Attia et al., 2012 ; et Attia et al., 2009), ce qui prouve le manque d'engagement des architectes dans les évaluations de l'éclairage naturel malgré le fait que cette évaluation soit souvent obligatoire pour répondre aux attentes des clients et aux approbations des autorités locales (Gilian, 2017). L'atelier de conception permet pourtant d'avoir un environnement adéquat pour introduire les évaluations de l'éclairage naturel, en offrant du temps, des opportunités d'évaluation, de réflexion et de discussion avec des scénarios professionnels (Tural, 2006 ; Poldma, 2009 ; et Brown, 2004).

Les étudiants en conception architecturale peuvent alors avoir la possibilité d'évaluer le succès ou non de l'engagement avec les mesures d'éclairage dans l'atelier de conception sans les délais et les exigences pressants de la pratique professionnelle. Par conséquent, les ateliers de conception pédagogique et les visites sur le terrain ont été considérés comme des plateformes appropriées pour tester l'étude de l'intégration des paramètres d'éclairage naturel dans le processus de conception architecturale (Gilian, 2017).

2-3- La visualisation de la lumière naturelle et les modèles réduits

Dans les institutions de design, les étudiants sont invités à observer leur environnement et à visualiser leur observation à travers différents médias mis à leur disposition. Il est largement admis que ce n'est que par une observation et une visualisation approfondies suivies d'une

application de conception que l'on peut devenir un penseur et un concepteur compétents. La prise en compte de la quantité et de la qualité de la lumière dans un environnement est cruciale pour rendre possible la visualisation spatiale. Par conséquent, inculquer l'importance d'observer et de représenter correctement la lumière est la première étape pour permettre aux étudiants en design d'acquérir une compréhension de l'environnement bâti (Sarawgi T, 2004). La vision est le principal moyen par lequel les humains font l'expérience de leur environnement (Theodorson, 2011). Le concepteur d'éclairage et enseignant Howard Branston (2008) insiste sur l'importance de l'observation active de notre environnement bâti, il note que la plupart de ses étudiants en éclairage n'avaient « jamais appris à voir » (Branston, 2008, p.33). Branston soutient que le "processus d'apprentissage de la vue" est la "caractéristique de définition la plus simple de l'éclairage" (Branston, 2008, p.10), et suggère que des observations disciplinées de la lumière construiront " une banque de données de connaissances réelles qui peut servir à n'importe quel titre lorsque nous concevons nos vies " (Branston, 2008, p.11).

Les visualisations d'éclairage sont généralement réalisées par deux moyens : modélisation physique et modélisation informatique (Mc Minn, 2004). Contrairement à la modélisation informatique, la modélisation physique ne nécessite pas une formation pour maîtriser les logiciels de modélisation et de simulation. En effet, la modélisation physique offre de nombreux avantages que nous allons tenter de les énumérer.

- Pour commencer, les modèles à échelle réduite offrent une excellente occasion pour visualiser la lumière naturelle, et pour pouvoir la manipuler, chose que les dessins en deux dimensions ne peuvent pas faire (Fernando et al, 2007).
- Les modèles réduits peuvent constituer un outil pédagogique intéressant pour l'enseignement de l'éclairage, en offrant aux étudiants la possibilité de faire plusieurs manipulations, et d'expérimenter plusieurs configurations à un cout réduit. À l'aide de maquettes, les étudiants peuvent donc réaliser des exercices pratiques pour étudier et analyser les problèmes d'éclairage naturel, en intervenant sur l'espace (profondeur, hauteur de la fenêtre, rapports des fenêtres, emplacement des fenêtres, visibilité, lumière unilatérale / bilatérale, uniformité de la répartition de la lumière du jour,...). Ils peuvent donc acquérir une expérience d'observation et faire varier la lumière (Demirbilek et al, 2009).
- L'expérimentation de modèles à échelle réduite dans la conception de l'éclairage naturel en architecture peut être considérée comme un outil très efficace pour analyser les performances, et prédire le comportement de la lumière du jour dans une relation étroite de cause à effet (Fernando et al, 2007).

- Les modèles réduits permettent aussi de créer un lien entre la quantité de lumière et sa qualité visuelle par des mesures qui peuvent être prises dans le prototype.

C'est pour toutes ces raisons que l'utilisation de modèles physiques est présente dans de nombreuses écoles d'architecture. Dans certains cas, de nombreuses écoles cherchent à allier l'expérimentation à l'analyse quantitative et qualitative à travers des exercices spécifiquement proposés pour cela (Fontein, 1997; Millet et Loveland, 1997; Stannard, 1997).

Tous ces avantages que nous venons de citer, ont suscité notre intérêt pour les modèles réduits dans notre recherche. Ces modèles s'offrent comme un excellent moyen pédagogique pour permettre une immersion dans l'environnement lumineux, et pour permettre de voir l'effet des manipulations architecturales sur les ambiances lumineuses.

2-4- L'enseignement de la lumière naturelle en architecture

2-4-1-Les cours sur l'éclairage dans la formation architecturale

Le domaine de la conception d'éclairage est vaste, et il est compliqué par des termes techniques et des connaissances disciplinaires spécialisées (Theodorson, 2011). L'enseignement de l'éclairage en architecture est généralement attribué au domaine technique, l'objectif est de donner une orientation générale à la science, aux principes et aux pratiques de la lumière et de l'éclairage (Theodorson, 2012)

Le modèle dominant pour l'enseignement de l'éclairage se situe dans les cours qui sont en lien avec les systèmes environnementaux, et l'accent est mis sur la performance du bâtiment et l'intégration des systèmes d'éclairage (Theodorson, 2017). Les cours de l'éclairage sont ainsi considérés comme des cours de soutien (Theodorson, 2011). Les méthodes d'enseignement tendent vers un modèle linéaire de diffusion de l'information, des faits, des théories et des pratiques directes constituent une base pour une application ultérieure dans un atelier de conception qui est le noyau de l'enseignement de la conception en architecture (Theodorson, 2011). Ces méthodes pédagogiques sont centrées sur l'enseignant avec un cours magistral illustré, ce qui place les étudiants dans un mode d'apprentissage passif, et leurs offrent des possibilités d'apprentissage limitées (Theodorson, 2017).

Ces cours sont généralement sous forme de cours magistraux, ils sont fondés sur des méthodes déductives centrées sur l'enseignant. Ce type de cours fournit une structure nécessaire pour transmettre les concepts fondamentaux, cependant, il n'y a pas souvent un cheminement curriculaire qui mène à une compréhension plus profonde du sujet et à l'application à des problèmes de conception uniques. Ces cours pourraient convenir pour

introduire certaines notions, mais des problèmes surviennent lors du transfert des connaissances vers des cas plus complexes, on se retrouve alors face à des stratégies d'éclairage défailtantes dans les projets de conception (des ouvertures surdimensionnées, un contrôle insuffisant de l'ensoleillement, et un manque de coordination entre l'éclairage et les espaces intérieurs). Il est évident que l'étudiant n'a pas construit une compréhension des comportements ou de l'intensité de la lumière naturelle, et qu'il n'est pas équipé pour proposer un schéma de la lumière du jour pour répondre aux particularités de son projet. Il est évident que l'apprentissage et l'évaluation reposent sur la reconnaissance, le rappel et la simple application (Theodorson, 2012)

2-4-2-Vers des changements dans l'enseignement de l'éclairage

Les lacunes qu'on a pu relever dans l'enseignement de l'éclairage, ont poussé certains enseignants-chercheurs à s'intéresser à son enseignement. Ceci les a conduits à transmettre une variété de propositions pour mieux intégrer l'étude de la lumière dans le programme global. (Theodorson, 2011). Certaines écoles proposent des cours consacrés à la lumière afin de développer des compétences en modélisation physique ou informatique, et fournir aux étudiants une compréhension plus approfondie des approches théoriques et des applications de l'utilisation de la lumière du jour (Theodorson, 2017)

Il n'est pas rare que les écoles proposent des ateliers où l'éclairage naturel est introduit comme générateur de formes, souvent en lien avec une approche de conception durable. Dans ces ateliers, l'étudiant peut commencer avec un schéma (approche de base de l'éclairage naturel), pour l'adapter ensuite aux besoins afin de répondre aux exigences et au développement d'un problème de conception particulier. C'est ainsi que l'orientation pédagogique est fondée sur l'apprentissage constructiviste, souvent décrit comme un processus en spirale : les expériences concrètes sont suivies d'une observation réflexive, de la formation de concepts abstraits et d'une expérimentation active dans de nouvelles situations (Kolb, 1984). Cette approche encourage l'étudiant à construire activement des paradigmes de connaissances qui s'adaptent à des problèmes uniques (Theodorson, 2017).

L'enseignement a connu une évolution à travers le temps dans les différentes écoles d'architecture :

- Cet enseignement a commencé par des méthodes empiriques de base, qu'elles soient manuelles (la méthode LT, les nomogrammes d'éclairage naturel (Moore, 1986), le rapporteur BRS (Moore, 1986), le Graphical Data Display Managé (GDDM) (Millet et Bedrick, 1980), ou informatiques (Leso-Dial (Paule et Scartezini , 1997), Radiance (Larson et Shakespeare, 2004) et LightScape).

- Il a introduit par, la suite, la fabrication de modèles réduits comme véhicule pour modéliser les projets, faire des calculs et des mesures, et permettre aux étudiants de tester et de développer avec succès des systèmes de conception d'éclairage naturel.
- Les modélisations et les simulations ont fait leurs entrées dans l'enseignement de l'éclairage grâce au développement des logiciels au sein même des institutions comme Radiance, lesodial, Diva,....
- La combinaison des exercices physiques et informatiques par étapes (Fontein, 1997) ont aussi été appliqués et couronnés de succès en termes d'expérimentation « pratique ».
- Sans oublier l'utilisation de l'imagerie HDR qui permet une expérimentation et un jeu facile tout en enseignant la lumière d'une manière directement liée au site réel dans lequel une intervention architecturale est proposée.

Il est important de préciser que l'enseignement de l'éclairage est fortement lié à la présence d'un laboratoire de recherche qui touche, de près ou de loin, aux paramètres environnementaux. Autrement dit, la présence et le développement des cours sur l'éclairage peuvent se faire seulement lorsque les enseignants-chercheurs de l'école d'architecture affichent un intérêt particulier pour l'éclairage. C'est la raison pour laquelle certaines universités proposent dans leur enseignement, des programmes innovants pour l'enseignement de l'éclairage. C'est le cas des universités suivantes :

- L'école d'architecture de l'université MIT (MIT Sustainable design LAB)
- L'école d'architecture EPFL de l'université Lausanne (Laboratoire d'architecture et technologies durables)
- L'école d'architecture de Grenoble (Le Centre de Recherche sur l'Espace Sonore et l'environnement urbain CRESSON)
- L'école d'architecture de l'université Laval (Le Groupe de recherche en ambiances physiques GRAP)

Ces institutions utilisent dans l'enseignement de l'éclairage en architecture des approches et des outils d'aides à l'analyse spécifiques de l'éclairage. Ces approches ont en commun la volonté de permettre aux étudiants d'entreprendre des expérimentations et des itérations "pratiques" afin de réussir l'enseignement de l'éclairage.

2-4-3- Vers des méthodes non linéaires

La littérature disponible sur l'enseignement de la lumière en architecture montre que les enseignants reconnaissent les aspects multiples de la lumière et recommandent d'élargir les possibilités d'apprentissage tout au long du programme (Fontein, 1997 ; Millet et Loveland, 1997 ; Madsen et Osterhaus,2005).

Un thème prédominant dans la recherche est que l'enseignement de l'éclairage devrait chercher à coordonner l'aspect technologique avec les perspectives de conception et les recherches créatives.

Millet et Loveland (1997) ont mis l'accent sur la conception de l'éclairage plutôt que sur la science de l'éclairage et ont suggéré que cet enseignement soit offert dans de multiples lieux d'apprentissage tout au long de la formation en design. Ils ont élaboré des cours qui s'inscrivent verticalement dans le programme d'études en architecture. Leurs méthodes étaient largement constructivistes, utilisant souvent la modélisation car elle fournit des retours quantitatifs et qualitatifs à la fois. Brown (2004) a souligné l'importance d'étudier les aspects tridimensionnels de la lumière et de l'espace par des problèmes de conception.

Madsen et Osterhaus (2005) ont recommandé une approche pédagogique pour aider les étudiants à établir des corrélations entre les connaissances subjectives, basées sur l'expérience personnelle, et les mesures objectives de l'environnement physique comme une étape pour élargir les expériences et les compétences des étudiants. Ils affirment que des évaluations de l'éclairage et des directives simples ne conduisent généralement pas à des solutions de conception d'éclairage de qualité. Fontein (1997) et Polma (2009) ont introduit des méthodes d'enquête de conception dans les cours de technologie d'éclairage.

Dubois (2006) et Stannard (1997) ont utilisé la lumière en tant que générateur de concept et de forme architecturale dans l'atelier de conception. Dans les deux cas, les enseignants ont préconisé d'exposer les étudiants à de multiples représentations du sujet et de s'engager dans des méthodes d'apprentissage constructivistes. En effet, Dubois a présenté un atelier dédié à l'apprentissage de l'éclairage naturel qui s'organise autour d'une recherche en conception sur les précédents historiques et contemporains, les besoins biologiques, les motifs lumineux et l'utilisation d'outils de modélisation et de mesure. Stannard a développé une série d'investigations de conception autour de l'espace, de la lumière et de l'ombre en utilisant des méthodes similaires à celles de Dubois, mettant également l'accent sur la modélisation itérative. Il a développé un problème de conception avancé qui permet à la lumière d'agir comme un générateur de forme et d'espace, avec une approche qui prône que des perspectives élargies autour de la lumière émergent en engageant des méthodes non linéaires qui sillonnent les domaines du design et de la technologie.

2-5- L'enseignement de la lumière naturelle en architecture en Algérie

2-5-1-Vers une analyse du programme officiel

Afin de mieux cerner l'enseignement de l'éclairage dans les écoles d'architecture en Algérie, nous avons réalisé une analyse approfondie du programme officiel. Cette analyse commencera par recenser tous les composants relatifs à la lumière dans le programme officiel appliqué dans les institutions qui enseignent l'architecture en Algérie (tableau 3.1).

Par la suite, on présentera les appellations qui expriment clairement la notion de lumière (ou d'éclairage), et celle qui expriment explicitement la notion de lumière (ou d'éclairage), il s'agit là des notions qui sont fortement liées à la lumière (tableau 3.2). Le tableau 3.3, quant à lui, exprimera la synthèse de cette analyse durant les cinq années de formation.

Tableau 3.1 : L'éclairage dans le programme officiel (Source : l'auteur)

Niveau	Année	Matière	Eclairage dans le contenu de la matière
Licence	1 ^{ère} année	Dessin et art graphique 1	<p>La partie pratique se déroule en atelier de dessin, des exercices sont prévus :</p> <ul style="list-style-type: none"> * techniques d'expression et leurs effets (crayon, fusain, aquarelle, mosaïque, collage, techniques mixtes) * techniques d'observation et d'analyse des éléments et/ou des ensembles architecturaux (Perspectives architecturales, urbaines, paysagères ; construction, proportion, texture, couleur, ombre et lumière, détail simplifié) * règles de composition graphique (fond, plans, proportion plein/vide, pourtour, centre d'intérêt, lignes guides, rythmes, dynamique et statique de la composition, lumière et couleur)
		Dessin et art graphique 2	<p>La partie pratique se déroule en atelier de sculpture, des exercices sont prévus :</p> <ul style="list-style-type: none"> * le bas-relief architectural permet d'observer les effets liés à la nature du trait, le jeu d'ombres et de lumière sur une surface plane, les difficultés de manipulation et la fragilité de la matière ; * la composition volumétrique complexe permet de saisir les lois d'imbrication des volumes, de la composition, de la proportion, d'équilibre et de stabilité de l'œuvre ; * la composition abstraite intégrée à l'espace architectural ou urbain permet la représentation sculpturale d'une idée, d'une métaphore inscrite dans un contexte précis. Cet exercice développera les capacités de création de l'étudiant avec les contraintes du milieu d'insertion.
	2 ^{ème} année	Atelier de projet 3	<p>Objectifs de l'enseignement Intégration du projet dans son contexte environnemental, et acquisition des notions de confort</p> <p>Contenu de la matière :</p> <ul style="list-style-type: none"> *Analyse du contexte d'implantation *Caractéristiques du site * Identification des contraintes et potentialités * Confort et échelles * Intégration des paramètres de confort (hygrométrie, sensoriel, etc.) selon les différentes échelles (territoriale, urbaine, architecturale) * Elaboration d'un projet d'habitation
		Théorie de projet 3	<p>SITE ET INTEGRATION AU SITE :</p> <p>A. le site 1/ Définition du concept « site ». 2/ Perception d'un site naturel : silhouettes, contours, textures, groupements, points d'appel, points de repère, lumières, échelles...</p> <p>B. –Intégration au site (rapport du bâtiment à son environnement): 1/ Définition des différents types d'intégration (intégration fonctionnelle, intégration socio- culturelle, intégration morphologique...) 2/ Les différentes attitudes de l'architecte à l'égard de l'environnement bâti (Pastiche, mimétisme, référence, analogie, opposition...)</p> <p>LE CONFORT DANS LE BATIMENT :</p>

CHAPITRE 3 : ENSEIGNEMENT DE L'ARCHITECTURE ET DE LA LUMIERE NATURELLE EN ARCHITECTURE

			<p>Notions de confort, des paramètres physiques de l'environnement, des éléments de confort, de réglementation et de stratégies de contrôle pour une amélioration de la qualité de vie dans le bâtiment.</p> <p>Les thèmes à enseigner seront abordés dans l'optique du développement durable permettant à l'étudiant d'acquérir de nouvelles connaissances basées sur des références scientifiques récentes.</p> <p>A ces objectifs répondront des cours sur le contrôle des paramètres physiques de l'environnement tels que le climat et son rapport à l'architecture, le micro climat et le micro climat urbain, les facteurs soleil et vent, la lumière, le bruit, et les déterminants d'un confort psychologique.</p>
	3 ^{ème} année	Théorie du projet5	<p>Les cours développeront les notions suivantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - méthodes d'analyse pour approcher un thème (en l'occurrence celui de l'habitat) - paramètres d'analyse urbaine indispensables à l'échelle d'un quartier et leur intégration dans un processus de conception (historique, paramètres physiques, fonctionnels, sensoriels de composition, données socio-économiques, données paysagères et environnementales et leur exploitation utile pour le projet)
Master	Master 1	Equipement 1 : électricité et éclairage des bâtiments	<p>OBJECTIF GENERAL DE LA MATIERE D'ENSEIGNEMENT :</p> <ul style="list-style-type: none"> . Initiation aux performances énergétiques dans la construction. . Acquisition des méthodes d'installation des équipements en relation avec la conception architecturale / Sensibilisation aux choix des équipements. . OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE : Maitrise de la représentation graphique des installations électriques / Maitrise du dimensionnement des équipements dans le bâtiment. . CONTENU DE LA MATIERE D'ENSEIGNEMENT : <ol style="list-style-type: none"> 1. Confort visuel et normes 2. Éclairage naturel <ul style="list-style-type: none"> . 2.1 Grandeurs photométriques . 2.2 Dispositifs d'éclairage naturel . 2.3 Soleil et architecture - Potentiel climatique . 2.4 Soleil et architecture - Contrôle d'ensoleillement par formes architecturales . 2.5 Lumière et couleur 3. Éclairage artificiel <ol style="list-style-type: none"> 3.1 Éclairage des bâtiments - Normes, règlements et bonnes pratiques 3.2 Promesses et faiblesses de l'éclairage intérieur 3.3 Bonnes pratiques de l'éclairage 3.4 Éclairage de sécurité (Exigences de conception des blocs autonomes d'éclairage de sécurité) 3.5 Éclairage urbain 4. Energies renouvelables : le photovoltaïque et l'éolienne
	Master 2 Thématique d'atelier : architecture environnement	Matière d'appui 1: performance environnementale et innovations technologiques	<p>OBJECTIF GENERAL DE LA MATIERE D'ENSEIGNEMENT</p> <p>Acquisition des informations complémentaires nécessaire à l'élaboration d'un savoir cohérent dans la thématique</p> <p>OBJECTIFS SPECIFIQUES /THEMATIQUE</p> <p>Sensibilisation à l'apport des innovations technologiques à l'architecture. Initiation aux performances énergétiques et à l'éco-conception</p>

CHAPITRE 3 : ENSEIGNEMENT DE L'ARCHITECTURE ET DE LA LUMIERE NATURELLE EN ARCHITECTURE

et technologie	dans le bâtiment	<p>CONTENU DE LA MATIERE D'ENSEIGNEMENT</p> <p>Le contenu de cette matière comprend deux parties</p> <p>1. La première partie est dédiée à la performance environnementale de l'environnement bâti (high performig built environment) : Changement climatique, empreinte écologique, urbanisation et risques environnementaux, îlot de chaleur urbain, Urbanisme durable, écoquartiers,</p> <p>2. La seconde concerne les innovations technologiques dans le bâtiment : Les nouveaux matériaux et systèmes constructifs</p> <p>Bâtiments et techniques bioclimatiques</p> <p>Espaces, ambiances et modélisation (sonore, lumière...)</p>
	Matière d'appui 2 : évaluation du confort dans le bâtiment et diagnostic énergétique	<p>OBJECTIF GENERAL DE LA MATIERE D'ENSEIGNEMENT</p> <p>Initiation et acquisition des notions de base concernant les outils conceptuels, méthodologiques et logistiques nécessaires à l'établissement des diagnostics en rapport avec la thématique.</p> <p>OBJECTIFS SPECIFIQUES /THEMATIQUE</p> <p>Initiation aux méthodes d'évaluations et de diagnostics Initiation aux « logiciels » de simulation et de modélisation</p> <p>CONTENU DE LA MATIERE D'ENSEIGNEMENT</p> <p>Calcul et évaluation des notions de confort dans l'espace architectural à l'aide des outils informatiques (logiciels disponibles au niveau du département d'architecture).</p> <p>Les déperditions thermiques, consommation d'énergétique et confort thermique, le taux de ventilation et confort olfactif naturel, l'éclairage naturel et confort visuel, niveau de bruit et confort acoustique....</p>

Tableau 3.2 : L'éclairage dans le contenu du programme officiel (Source : l'auteur)

Expression de la notion de lumière (ou d'éclairage)	Appellation employée
La notion de lumière (ou d'éclairage) est clairement exprimé	<p>lumière</p> <p>Éclairage naturel</p> <p>Grandeurs photométriques</p> <p>Dispositifs d'éclairage naturel</p> <p>Soleil et architecture - Potentiel climatique</p> <p>Soleil et architecture - Contrôle d'ensoleillement par formes architecturales</p> <p>Lumière et couleur</p>
La notion de lumière (ou d'éclairage) est exprimé de façon implicite	<p>Confort</p> <p>Sensoriel</p> <p>Paramètres physiques</p> <p>Confort visuel</p> <p>Espaces, ambiances et modélisation</p>

Tableau 3.3 : Synthèse de l'analyse du programme officiel durant les cinq années de formation (Source : l'auteur)

Année	Synthèse de l'analyse du programme officiel
1^{ère} année	Durant la première année de la formation, l'enseignement de la lumière se limite à une initiation aux effets de la lumière sur les volumes, d'un point de vu purement artistique.
2^{ème} année	La notion de lumière n'est pas clairement explicitée dans le programme de deuxième année, mais on peut relever en lisant le contenu, une volonté d'introduire cette notion dans la formation par le concept de confort. En effet, dans l'atelier de projet 3, on tend à intégrer le projet dans son contexte environnemental, et d'acquérir des notions de confort . On essaye donc d'intégrer des paramètres de confort (hygrométrie, sensoriel , etc.) selon les différentes échelles (territoriale, urbaine, architecturale). Il est donc évident que le confort sensoriel, et visuel, fait partie de ces paramètres de confort, et que la lumière est la première responsable de ce confort. Dans le cours magistral, Théorie de projet 3, la lumière est introduite, d'une part, comme moyen de percevoir le site naturel, et d'une autre part, comme un paramètre physique de l'environnement.
3^{ème} année	Le cours Théorie du projet5, évoque dans son contenu sur les paramètres d'analyse urbaine indispensables à l'échelle d'un quartier et leur intégration dans un processus de conception, les paramètres physiques , fonctionnels, sensoriels de composition, données socio-économiques, données paysagères et environnementales et leur exploitation utile pour le projet. Parmi ces paramètres physiques et sensoriels, la lumière apparaît comme un élément à prendre en considération.
Master 1	C'est dans le cours d'équipement 1 (électricité et éclairage des bâtiments), que l'éclairage du bâtiment est présenté clairement comme un réel contenu à enseigner. En effet, 45 heures sont prévues pour l'enseignement de l'éclairage naturel et artificiel. L'enseignement de l'éclairage naturel consiste à aborder les grandeurs photométriques, les dispositifs d'éclairage naturel, le soleil et architecture (potentiel climatique et contrôle d'ensoleillement par formes architecturales), et lumière et couleur. Cet enseignement se fait par des cours magistraux et des travaux dirigés.
Master 2	La deuxième année Master marque un tournant dans la spécialisation de la formation en architecture, et plus précisément dans l'atelier. Quatre orientations s'offrent alors aux étudiants, mais nous allons nous intéresser particulièrement à la thématique d'atelier: architecture environnement et technologie. Cette thématique propose deux matières d'appui : 1-Performance environnementale et innovations technologiques dans le bâtiment, qui tend à sensibiliser à l'apport des innovations technologiques à l'architecture, et à initier aux performances énergétiques et à l'éco-conception. La deuxième partie de cette matière, évoque la modélisation de la lumière dans son contenu. 2-Evaluation du confort dans le bâtiment et diagnostic énergétique, qui a parmi ses objectifs, le calcul et l'évaluation de l'éclairage naturel et du confort visuel.

2-5-2-Des observations à relever

La lecture du programme officiel nous permet de dégager les observations suivantes :

- L'enseignement de la lumière naturelle proposé dans le programme dans le premier palier de la formation (la licence), se concentre sur des notions théoriques données durant des cours magistraux.
- Ces notions théoriques relatives à la lumière naturelle ne sont pas clairement exprimées, il faut lire entre les lignes et chercher les sens cachés pour comprendre que l'enseignement de la lumière est visé.
- Aucune application réelle des notions théoriques sur la lumière n'est prévue dans l'atelier de conception.
- L'enseignement de l'éclairage naturel est exprimé clairement pour la première fois dans le cours d'équipement (en Master1)
- Cet enseignement se fait par des cours magistraux et des travaux dirigés, et aucun lien n'est fait avec l'atelier de conception.

2-5-3- Entre programme officiel et application réelle

Après avoir détaillé le contenu du programme, il est important d'exposer la réalité de l'application du contenu relatif à l'enseignement de la lumière naturelle dans les institutions d'enseignement de l'architecture.

Pour cela, plusieurs entretiens ont été menés auprès des enseignants (les enseignants chargés des cours et des ateliers qu'on a cités auparavant, qui sont censés enseigner la lumière naturelle, comme l'atelier de 2^{ème} année, Théorie de projet, équipement,...) et des responsables pédagogiques des universités suivantes : Alger centre, EPAU, Biskra, Constantine, Annaba, Bejaia, et Jijel.

On aurait aimé présenter des résultats quantitatifs ou qualitatifs de ces entretiens, mais les difficultés qu'on a rencontrées auprès des enseignants, et leur manque de coopération, nous ont obligés de nous contenter d'une vision globale sur cet enseignement sans pouvoir aller plus loin dans les analyses.

Mais on a tout de même pu recueillir les observations suivantes :

- L'application, ou non, du contenu du programme officiel concernant la lumière naturelle, dépend du corps professoral, de sa spécialisation dans son master, et de la présence d'un laboratoire de recherche qui touche de près, ou de loin, la thématique de l'éclairage. En effet, ceux sont les enseignants de l'université de Biskra (laboratoire LACOMOFA), et de l'université de Constantine (laboratoire Architecture Bioclimatique & Environnement), qui appliquent le contenu du programme dans les ateliers.

- Pour les autres universités, on était confronté à quatre cas de figure :
 - Des enseignants qui ignorent complètement la présence d'un enseignement des paramètres environnementaux dans le programme et dans l'atelier.
 - Des enseignants qui jugent qu'ils n'ont pas les compétences nécessaires pour enseigner ce volet.
 - Des enseignants qui jugent que cet enseignement est secondaire, et préfèrent se concentrer sur d'autres éléments plus importants à leurs yeux, comme la composition géométrique, le dessin technique,....
 - Des enseignants sensibles à cet enseignement, mais qui ne peuvent pas réellement l'appliquer afin de s'aligner avec les autres collègues.
- Les notions théoriques données dans les cours magistraux restent au stade théorique, elles ne sont pas appliquées dans l'atelier de conception. Il n'y a donc pas de lien réel entre la théorie et la pratique, ni d'application dans le projet architectural.
- Le cours d'équipement qui est enseigné dans toutes les universités, reste le seul cours qui aborde la notion d'éclairage. Ce cours est généralement pris en charge par des ingénieurs qui se basent sur des calculs et des applications de formules, et qui se concentrent beaucoup plus sur l'éclairage artificiel et les installations électriques dans les bâtiments.
- Dans la thématique d'atelier: architecture environnement et technologie, la majorité des universités manquent d'experts qui sont en mesure d'enseigner la modélisation de la lumière, et d'évaluer l'éclairage naturel et le confort visuel, comme c'est mentionné dans le programme officiel.
- Dans certaines universités, les enseignants déplorent le nombre important des étudiants qui les empêchent d'aborder certaines thématiques qu'ils considèrent comme secondaire (c'est le cas de l'éclairage). Ils se voient dans l'obligation d'assurer un enseignement qui se base sur des notions relatives à la conception architecturale, comme la composition volumétrique, l'organisation spatiale, la programmation,....

Pour terminer cette partie, on dira que les lacunes relevées dans l'enseignement de la lumière en Algérie, rejoignent celles rencontrées dans la majorité des institutions d'enseignement de l'architecture à travers le monde.

On conclura en disant que le système éducatif ne doit pas seulement fournir des informations et des outils pour concevoir des solutions d'éclairage pour les bâtiments, il doit également inciter les étudiants à développer leurs propres solutions et interprétations de la conception (Mc Minn, 2004).

3- L'enseignement de l'architecture et l'enseignement de la lumière naturelle en architecture dans la recherche

3-1-L'enseignement de l'architecture dans la recherche

L'enseignement de l'architecture a fait l'objet de plusieurs recherches. Elles peuvent être regroupées en trois catégories bien distinctes : 1) l'enseignement d'un seul paramètre architectural, 2) facteurs et outils qui peuvent influencer le succès de la formation des futurs architectes, et 3) enquête sur les approches pédagogiques, les pratiques et les stratégies d'enseignement.

Ces recherches seront détaillées dans l'annexe 15, le tableau 3.4, quant à lui, fait la synthèse de ces travaux.

Tableau 3.4 : L'enseignement de l'architecture dans la recherche (Source : l'auteur)

Catégorie	Auteur	Type de recherche	Objectif	Méthodologie	Résultat
L'enseignement d'un seul paramètre architectural	Rodzyah (2000)	Thèse de doctorat (université de Sheffield UK)	Etudier l'apprentissage et l'enseignement de la technologie de la construction liée à la conception dans les écoles d'architecture	-Entrevues exploratoires -Questionnaires (étudiants et enseignants)	-Insatisfaction des enseignants -Suggestion des changements dans le programme et le cadre pédagogique des écoles d'architecture (se tourner vers un apprentissage actif, s'orienter vers une approche pragmatique, intégrer la technologie de la construction pendant le processus de conception, motiver des étudiants, se servir des expériences antérieures, réduire l'écart entre l'apprentissage et l'enseignement, et évaluer les étudiants en se basant sur leurs capacités à gérer les problèmes de construction dans le processus de conception)
Facteurs et outils qui peuvent influencer le succès de la formation des futurs architectes	Tae (2012)	Thèse de doctorat (université de la Caroline du nord USA)	Comprendre le potentiel et les facteurs qui influencent le succès de la formation en design interdisciplinaire pour l'architecture et l'architecture de paysage	-Collecte de données sur le Web -Questionnaire administré au corps professoral	La nécessité d'un apprentissage interactif, d'une formation professionnelle à travers différentes formes de cours, et des interactions pour préparer les étudiants à devenir des professionnels de la conception
	Sarawgi (2006)	Article	Vérifier si les logiciels de conception d'éclairage sont inclus dans la formation du premier cycle en architecture et design d'intérieur	enquête en ligne sur l'utilisation actuelle des logiciels de conception d'éclairage pour l'enseignement de la conception d'éclairage	les logiciels de conception d'éclairage sont plus utilisés dans les cours des écoles d'architecture que dans les facultés de design d'intérieur
Enquête sur les approches pédagogiques, les pratiques et les stratégies d'enseignement	Aiche (2006)	Thèse de doctorat (université de Constantine Algérie)	Prouver la dépendance qui lie l'acquisition des compétences à la méthode d'enseignement du projet architectural, et la relation étroite entre la faiblesse du produit architectural des étudiants et le non usage de méthodes actives adéquates pour l'apprentissage du projet architectural	formulaire de questions distribués aux enseignants	-Pratiques pédagogiques d'enseignement du projet architectural de fin de cycle au département d'architecture et d'urbanisme de Constantine ne sont pas totalement actives et ne visaient pas à développer toutes les compétences attendues des étudiants -L'urgence et l'importance de débattre de la question du « comment enseigner le projet architectural » ainsi que de la nécessité d'un rapprochement des sciences de l'éducation
	Dejesus Estrada (2002)	Thèse de doctorat (université de Sheffield UK)	Identifier les principales exigences d'apprentissage pour obtenir de meilleures performances d'apprentissage dans le cadre du design environnemental	-Entrevue semi-structuré (étudiants) -Entrevues (enseignants) -Questionnaire (enseignants)	Suggérer des stratégies pour améliorer l'enseignement comme : la motivation des étudiants, l'utilisation des approches progressives à la connaissance, l'intégration des connaissances, l'introduction d'un travail collaboratif, la promotion de la communication et de l'interaction, la réduction de la tâche administrative des enseignants, et le partage des expériences des enseignements

3-2- L'enseignement de la l'éclairage naturel en architecture dans la recherche

Toujours dans la perspective non linéaire de l'enseignement de la l'éclairage naturel en architecture évoquée précédemment, nous tenterons dans la partie suivante de regrouper dans des catégories les recherches qui ont en commun des approches pédagogiques spécifiques. Ceci est réalisé afin de mettre en lumière les démarches entamées par les chercheurs pour rendre l'apprentissage plus actif et plus pertinent. Afin de faciliter la lecture de la synthèse de ces différents travaux d'investigations, nous commencerons par présenter un tableau récapitulatif. Ce tableau récapitulatif (tableau 3.5), mettra en exergue la méthode pédagogique et la technique pédagogique de chaque recherche. Par la suite, on tentera de détailler chaque recherche dans le tableau 3.6 (voir annexe 16 pour avoir plus de détails sur ces recherches).

Tableau 3.5 : Tableau récapitulatif des recherches sur l'enseignement de la lumière naturelle (Source : l'auteur)

Méthode pédagogique	Technique pédagogique	Auteur et année
Expérimentation	Modèles réduits (maquettes)	Fernando et al (2007)
		Guimaraens et al (2012)
		Laburte et Rizzotti (2012)
	Simulations numériques	Ibarra et Reinhart (2013)
		Feng (2003)
		Mc Minn (2004)
		Reinhart et al (2015)
		Agkathidis et Kocaturk (2014)
		Sarawgi (2009)
		Almaiyah et Elkadi (2014)
		Dubois (2006)
	Combinaison de deux approches (Maquettes et simulations numériques)	Sarawgi (2004)
		Demirbilek et al (2009)
		Sarawgi et Paranandi (2003)
		Fiori et al (2008)
		Hansen et Mullins (2014)
		Peters (2012)
		Laburte (2009)
	Combinaison de plusieurs approches (Maquettes, simulations numériques et prises de mesures)	Gilian (2017)
Demirbilek et Demirbilek (2007)		
Laburte et Rizzotti (2012)		
La construction à l'échelle réelle	Liveneau (2008)	
	Agkathidis et Kocaturk (2014)	
	Laburte et Rizzotti (2012)	
Apprentissage constructiviste (application de la théorie constructiviste et de la théorie de flexibilité cognitive)	Maquettes et prises de mesures	Theodorson (2011)
	Maquettes	Theodorson (2012)
	Maquettes	Theodorson (2013)
	Maquettes et simulations numériques	Theodorson (2017)
	Projet de conception et discussions	Tural, 2006
Apprentissage expérientiel (application de la théorie de l'apprentissage expérientiel)	Maquettes	Bhagyashri et al (2020)
	Simulations numériques et prises de mesures	Gillian (2019)
	Visite sur le terrain	Isoardi (2010)
	Maquettes et simulations numériques	Sarawgi (2004)
	Maquettes et simulations numériques	Sarawgi (2001)

Tableau 3.6 : Les recherches sur l'enseignement de la lumière naturelle en architecture (Source : l'auteur)

Technique pédagogique	Auteur et année	Objectif	Méthodologie	Résultats
Modèles réduits (maquettes)	Fernando et al (2007)	La manipulation de la lumière et l'ombre comme matériaux de conception primaire (encourager un apprentissage avec des manipulations à faible coût, visualiser facilement les effets des différentes options de conception sur la distribution de l'éclairage naturel)	Atelier appelé boîte à chaussure	La pratique est facilement assimilable par les étudiants pour comprendre le phénomène de la lumière naturelle en architecture d'une manière amusante, détendue, et efficace.
	Guimaraens et al (2012)	Donner une définition des ambiances architecturales à partir de paramètres non communs qui enrichissent l'expérience spatiale et l'association de ces paramètres avec le profil de l'habitant.	Demander aux étudiants d'expérimenter avec la lumière des exigences de l'ambiance et de son habitant, à l'aide de maquette	Les étudiants pouvaient comprendre les différentes échelles de la lumière dans le design (fonctionnelle, sociale, informative, architecturale et décorative). Une nouvelle voie holistique s'ouvre à l'expression de l'architecture en utilisant de nouvelles technologies médiatiques (graphisme, audio, vidéo, événement...)
	Laburte et Rizzotti (2012)	Replacer les observations dans une démarche conceptuelle, en cherchant à montrer des cohérences entre les ambiances lumineuses et les intentions de projet, et d'établir des catégories d'ambiances lumineuses en rapport avec des types d'architecture, propre à fonder et développer un enseignement thématique sur les ambiances lumineuses	Deux expériences : 1) « Lum-Box » qui vise à mettre en évidence l'effet des ouvertures, de la géométrie des faces et de leurs qualités réfléchissantes sur la repartitions de la lumière dans l'espace. 2) émerger dans les ambiances lumineuses d'espaces emblématiques de l'architecture contemporaine à partir de relevés lumineux in situ et de reconstitutions en maquettes (testées sous ciel artificiel)	Obtention d'une compréhension sensible (qualitative) et technique (quantitative) des phénomènes physiques liés aux ambiances lumineuses
Simulations numériques	Ibarra et Reinhart (2013)	La comparaison de l'évaluation initiale de la zone d'éclairage, et des indicateurs de performance annuels	Une série d'exercices (boîte à outils), visant à enseigner efficacement la simulation de la lumière naturelle (analyser la qualité, et la quantité de lumière)	Les étudiants qui ont prêté attention à l'ensemble du processus de simulation, ont abouti à des résultats plus précis, et l'approche proposée a permis aux débutants de se familiariser avec les mesures simples de la lumière du jour, qu'ils peuvent observer et expérimenter, avant de passer à des paramètres de performances dynamiques plus abstraits
	Feng (2003)	Changer et améliorer l'environnement d'enseignement et d'apprentissage, et enrichir le contenu du cours	Instaurer un mode d'enseignement et d'apprentissage fondé sur la réalité virtuelle	L'utilisation de la technologie de la simulation permet une amélioration nette de la qualité du design en termes artistiques et techniques, et une meilleure précision dans l'évaluation des projets grâce à une critique plus objective,

CHAPITRE 3 : ENSEIGNEMENT DE L'ARCHITECTURE ET DE LA LUMIERE NATURELLE EN ARCHITECTURE

				convaincante, et constructive. Un changement de paradigme de la conception basée sur l'éclairage, vers la conception basée sur la luminance, et une intégration du design d'intérieur et de la conception d'éclairage
Mc Minn (2004)	Utiliser des simulations informatiques afin d'expérimenter les résultats des simulations sans fabriquer des modèles (des visualisations d'éclairage).	Utilisation d'un logiciel fonctionnel, open source (Radiance), qui est présenté de manière innovante, pour fournir une impression réaliste des effets d'éclairage (raccords d'éclairage, matériaux, textures, etc) dans un projet de conception.		Les étudiants ont besoin d'un logiciel qui peut, à la fois, être précis, simuler des sources de lumière artificielles et naturelles, et fournir un environnement visuellement riche. Ceci, les stimulent pour développer des solutions d'éclairage basées non seulement sur le niveau d'éclairage requis, mais aussi, sur des informations appropriées et intéressantes des environnements visuels stimulants et relaxants.
Reinhart et al (2015)	Décrire les leçons apprises au cours de plusieurs années d'enseignement de simulation de performance de construction à des étudiants en architecture, dans le cadre d'un cours d'introduction à la science du bâtiment	Une série d'exercice a été développée en utilisant un logiciel de modélisation et de simulation (Rhinceros 3D) et ses plug-ins (DIVA pour l'éclairage), pour la modélisation thermique et d'éclairage.		Les étudiants ont réussi à exécuter une série de simulations sophistiquées après une période d'instructions, en dépit du fait qu'ils n'ont aucune expérience en science du bâtiment, ou en modélisation.
Agkathidis et Kocaturk (2014)	Explorer les possibilités qui se produisaient en combinant des outils paramétriques et des logiciels de simulation environnementale dans un seul outil de conception génératif, et d'étudier comment une telle approche peut être intégrée dans un atelier de conception éducative et postuniversitaire, en engageant les étudiants dans la recherche, le développement, l'application et l'évaluation d'outils de conception performants / génératifs dans la conception architecturale	Un projet de conception collaborative pour explorer le potentiel offert par l'application des outils génératifs / paramétriques, tels que Rhino et Grasshopper (méthodes pédagogiques novatrices, liées à des stratégies collaboratives d'enseignement et d'apprentissage en conception numérique intégrée)		La méthode proposée a permis aux étudiants d'identifier des objectifs interdisciplinaires et de développer ainsi le savoir-faire dans un contexte bien défini
Sarawgi (2009)	Démontrer les capacités des logiciels de conception d'éclairage, encourager les architectes d'intérieur à concevoir à l'aide de logiciels d'éclairage et intégrer l'éclairage dans le processus de conception	L'E-light qui est composé en trois composants principaux (éclairage, logiciel, et module d'application d'éclairage) a été testé dans un cours de design d'éclairage intérieur (proposer des solutions de conception d'éclairage qualitatives et quantitatives d'un projet qui ont été analysées à la fin)		L'importance des outils pédagogiques numériques interactifs tels que l'E-light pour améliorer l'apprentissage des étudiants (contrôler leurs interactions avec les médias, faciliter une auto-surveillance et encourager la réflexion des apprenants, favoriser l'apprentissage centré sur l'apprenant)
Almayyah et Elkadi (2014)	Montrer le rôle des outils de modélisation et de simulation de la lumière du jour dans l'amélioration de l'expérience d'apprentissage des étudiants et le	Deux phases de révision et d'amélioration ont été réalisées (1- introduction de la modélisation, de la simulation		L'amélioration de la performance des étudiants, possibilité d'un apprentissage expérientiel, la possibilité de travailler en équipe, et des

CHAPITRE 3 : ENSEIGNEMENT DE L'ARCHITECTURE ET DE LA LUMIERE NATURELLE EN ARCHITECTURE

		développement professionnel. Proposer une pratique d'enseignement pour contribuer à une meilleure expérience d'apprentissage et un meilleur niveau d'engagement.	environnementale, et des stratégies d'évaluation dans le programme d'études et évaluation des étudiants à l'aide d'un questionnaire. 2- l'introduction d'une analyse d'étude de cas, et la modification de la tâche de modélisation qui est désormais complétée par une équipe de quatre)	capacités de discussion et d'interaction
Combinaison de deux approches (Maquettes et simulations numériques)	Dubois (2006)	Promouvoir l'utilisation de la lumière du jour dans les bâtiments	Exercice de conception architecturale et analyses réalisées à l'aide de divers outils: modèles physiques, calculs manuels et méthodes graphiques, tableurs, simulations informatiques (Ecotect et Radiance)	Le succès de l'atelier démontre qu'il est possible d'enseigner des concepts d'éclairage très avancés dans un temps relativement court (2 mois)
	Sarawgi (2004)	Améliorer l'enseignement de la physique de la lumière	Un projet basé sur l'observation, la visualisation et l'expérimentation des qualités expérimentielles de la lumière dans un environnement choisi (combiner les modèles réduits et la simulation numérique dans l'enseignement de la lumière naturelle)	Cet exercice a aidé les étudiants à développer une meilleure compréhension de la physique de la lumière grâce à la visualisation.
	Demirbilek et al (2009)	Décrire, expliquer et comparer deux approches différentes de l'enseignement de la conception de la lumière du jour dans l'atelier de conception	Réalisation de projets qui intègrent l'éclairage naturel dans la conception architecturale dans deux ateliers différents (atelier de l'outil numérique - modélisation informatique et l'atelier des maquettes) pour la visualisation de conceptions complexes de la lumière du jour	Des résultats positifs pour la réussite de l'apprentissage ont été observés grâce à un environnement éducatif centré sur l'étudiant et riche en échange et en collaboration
	Sarawgi et Paranandi (2003)	Comparer deux méthodes d'enseignement de l'éclairage	Proposer deux stratégies d'enseignement dans deux ateliers différents (1- combiner des méthodes de calcul traditionnelles avec les résultats des modèles réduits réalisés, 2) logiciel Lightscape pour la visualisation de l'éclairage naturel)	Leurs expériences montrent que la première approche était beaucoup plus utile et efficace dans le processus de conception (plus proche de la nature fluide du processus de conception, moins de temps pour apprendre l'outil numérique)
	Fiori et al (2008)	Proposer deux expérimentations de la lumière naturelle en se basant sur une pédagogie réflexive	Expérimentation en se basant sur les maquettes et le logiciel Lesodial comme support pédagogique.	Les photographies prises à l'intérieur des maquettes, mettent en évidence le phénomène de décroissance rapide de l'éclairage dans la profondeur d'un local. Complémentarité entre les deux méthodes (les observations sur maquette ont été illustrées de manière quantifiée, sous la forme de simulations

CHAPITRE 3 : ENSEIGNEMENT DE L'ARCHITECTURE ET DE LA LUMIERE NATURELLE EN ARCHITECTURE

				de facteurs de lumière du jour avec le logiciel Lesodial)
	Hansen et Mullins (2014)	Fournir le matériel empirique à partir duquel une théorie et un modèle d'action interdisciplinaire peuvent être élaborés, et pour pouvoir comprendre et synthétiser la connaissance de la lumière dans différents domaines : design, architecture, Technologie des médias et ingénierie au plus haut niveau international	La proposition d'une théorie de conception à partir de trois expériences	Tirer un modèle qui est appliqué à un programme pédagogique pour un master en conception d'éclairage basé sur l'immersion dans la résolution de problèmes en équipe, dans le contexte d'expériences de projets réels
	Peters (2012)	Explorer comment utiliser les outils de simulation et la photographie à plage dynamique élevée (HDR) en utilisant des modèles physiques comme outil pédagogique pour les étudiants du premier cycle, dans un atelier de conception architecturale	Introduire avec les étudiants des modèles d'éclairage naturel grâce à des modèles réduits qui facilitent les changements de conception dès le début du processus de conception, et prendre des photos HDR avec des appareils photos. Traiter les photos à l'aide du logiciel "Photosphere"	Faire de l'analyse énergétique une partie du processus de conception, et a permettre aux étudiants d'intégrer la lumière du jour dans ce processus de façon simple et ludique
Combinaison de plusieurs approches (Maquettes, simulations numériques et prises de mesures)	Laburte (2009)	S'appuyer sur une pédagogie de l'expérimentation qui place l'étudiant dans une situation de sujet agissant dans l'acquisition des connaissances, une pédagogie pour approcher le réel, pour penser la matière et le concret.	Deux types de travaux sont menés dans le laboratoire : des manipulations de maquettes testées sous des conditions d'éclairage contrôlées, et la fabrication de maquettes numériques, représentation d'architecture existante en 3D. des prises de mesures a aussi été proposées.	L'expérimentation (maquettes et mesures) et la modélisation permettent de comparer la prévision de phénomènes, leur observation, et leur représentation.
	Gilian (2017)	Proposer un cadre pour encourager l'évaluation de la lumière du jour dans la pratique architecturale Étudier les relations entre le processus de conception et l'intégration des paramètres d'éclairage naturel pour un groupe d'étudiants en architecture et en design d'intérieur	Quatre ateliers ont été créés afin d'évaluer l'utilisation et la valeur d'un ensemble de mesures d'éclairage choisies dans différents modes d'apprentissage à différentes étapes du processus de conception	Les participants ont aimé participer à la prise de mesures d'éclairage. Ils ont trouvé que les mesures de modèles physiques, ou d'espaces construits, étaient faciles et prenaient moins de temps que l'analyse avec des logiciels. Les participants, qui ont utilisé le logiciel, ont trouvé que cette méthode était la plus appropriée à la fin du projet, car elle évite de fabriquer une maquette après chaque changement de conception.
	Demirbilek et Demirbilek (2007)	Partager et à discuter l'expérience et les connaissances acquises grâce aux expériences d'apprentissage centré sur l'étudiant dans l'atelier de conception.	Les auteurs ont engagé les étudiants dans des expériences pratiques par des exercices de conception réalisés en utilisant des maquettes, un héliodon, un ciel artificiel, un logiciel informatique, et de divers appareils de mesure.	Un engagement actif promu par l'apprentissage centré sur l'étudiant, aide les étudiants à apprendre et à obtenir eux-mêmes des résultats, appliquer l'information, se rappeler plus tard des notions acquises tout en étant guidés par les enseignants.
La construction	Liveneau	Apprendre à construire ensemble dans une logique	Construire :	Cette formation en action permet d'enseigner,

CHAPITRE 3 : ENSEIGNEMENT DE L'ARCHITECTURE ET DE LA LUMIERE NATURELLE EN ARCHITECTURE

à l'échelle réelle	(2008)	d'approche multiculturelle, afin de mieux répondre aux enjeux actuels de la construction, et travailler et penser avec ses mains en s'appropriant la matière et les matériaux	-des constructions en bois -Une structure parallélépipédique qu'il est possible de parcourir et de traverser - concevoir de petites architectures qui mettent en œuvre certains effets sonores ou lumineux - un petit pavillon - un igloo en bois et une petite nef	d'expérimenter et de construire, offre la possibilité de tester des hypothèses ou des protocoles directement liés à leurs enseignements, d'expérimenter différents niveaux de réalité allant de la prise de conscience de la matérialité des matériaux jusqu'à l'appréhension sensorielle de l'espace et des structures, et de découvrir les réalités de la construction qui est une source d'enseignement
	Agkathidis et Kocaturk (2014)			
	Laburte et Rizzotti (2012)			
Maquettes et maquettes et prises de mesures	Theodorson (2011)	Présentation d'un modèle conceptuel pour relier un atelier d'architecture d'intérieur et un cours d'éclairage, qui permet de créer des intersections cognitives autour des aspects physiques, expérientiels et fonctionnels de la lumière et de la conception (l'apprentissage des étudiants par des rencontres directes avec la lumière)	Proposer une idée d'échafaudage conceptuel qui soutient la découverte à travers des modèles réduits, des outils d'observation, d'enregistrement, de mesure, et de représentation	En s'appuyant sur la théorie de l'apprentissage constructiviste, on peut favoriser la découverte et l'expérimentation pour étudier les conditions atmosphériques de la lumière et de l'espace
	Theodorson (2012)			
	Theodorson (2013)			
Maquettes et simulations numériques	Theodorson (2017)	Equilibrer la connaissance technique et bien structurée de la lumière du jour avec les aspects plus poétiques et expérientiels	Présentation d'un modèle d'atelier de recherche en conception intégrée (IDR), qui se concentre sur la recherche créative, et qui est axée sur les données pour mieux comprendre les problèmes de conception contemporaine	Le modèle (IDR) est un modèle dans lequel enseignants et étudiants en architecture d'intérieur s'engagent en collaboration dans une recherche exploratoire créative et axée sur les données dans le but de former une base pour une idée de conception innovante
Projet de conception et discussions	Tural, 2006	Analyser l'efficacité de l'apprentissage constructiviste dans l'atelier de conception	Proposition d'une approche pédagogique : deux sections d'atelier de conception ont été composées avec un nombre égal d'étudiants (groupe expérimental et groupe témoin) dans le but de comparer les deux groupes et tester l'efficacité de la méthode proposée	L'intégration des stratégies pédagogiques constructivistes améliorerait la performance des étudiants dans leurs projets d'atelier en termes d'exigences de conception d'éclairage
Maquettes	Bhagyashri et al (2020)	Encourager l'engagement des étudiants dans les modules techniques en appliquant un apprentissage expérientiel	conceptualisation expérientielle des projets, à travers un exercice qui consiste à concevoir des systèmes de fenêtres qui permettraient d'obtenir un maximum de lumière du jour, un minimum d'éblouissement et une ventilation maximale dans les espaces intérieurs (fabriquer des modèles en papier à échelle réduite qui seront placés sous la lumière de façon à ce que la lumière passe à travers ces fenêtres, permettant ainsi l'évaluation des ombres et de l'éblouissement	L'intérêt et l'engagement des étudiants tout au long de l'activité, et une amélioration des résultats obtenus. Les exercices pratiques aideraient l'étudiant à mieux comprendre le concept, l'apprentissage expérientiel dans les écoles de design devrait être encouragé.
Simulations	Gillian	Proposer des constructions pédagogiques invitant à	Une série d'ateliers sur l'éclairage a été créée	L'enseignement de la conception de l'éclairage

CHAPITRE 3 : ENSEIGNEMENT DE L'ARCHITECTURE ET DE LA LUMIERE NATURELLE EN ARCHITECTURE

numériques et prises de mesures	(2019)	l'apprentissage physique et expérientiel des principes d'éclairage en collaboration avec des modes d'apprentissage numériques pour fournir des connexions et des traductions à développer grâce à la lumière "touchante"	pour explorer et évaluer l'engagement physique et haptique (tactile) avec la lumière	naturel de manière expérientielle permet aux concepteurs de travailler directement avec l'objet à travers des stratégies qui encouragent l'invitation et la découverte sensorielle.
Visite sur le terrain	Isoardi (2010)	Fournir aux étudiants des expériences concrètes dans plusieurs domaines de l'éclairage qui permettront un apprentissage en profondeur dans un contexte professionnel. Offrir aux étudiants un aperçu des problèmes pratiques de l'industrie de l'éclairage	Le voyage en tant qu'activité d'apprentissage par l'expérience pour explorer l'apprentissage expérientiel dans la pratique de la conception d'éclairage. Une enquête auprès de l'ensemble du personnel et des étudiants qui y ont participé a été menée à la fin	L'étude a révélé les avantages suivants : une connaissance et une compréhension accrues des problèmes de fabrication en matière d'éclairage, un apprentissage expérientiel dans la pratique de la conception d'éclairage, une meilleure compréhension des influences culturelles dans la conception et une amélioration des contacts professionnels au sein de l'industrie de l'éclairage
Maquettes et simulations numériques	Sarawgi (2004)	rendre, le processus de conception d'éclairage plus expérientielle	projet basé sur l'observation, la visualisation et l'expérimentation des qualités expérientielles de la lumière dans un environnement choisi, où les étudiants doivent explorer la lumière, comme un contributeur important vers la création de la spécificité d'un lieu, et apporter leurs expériences variées de la lumière.	La plupart des étudiants ont estimé que les médias numériques renforcent leur interprétation de la lumière et de l'espace. Au début, les moins familiarisés avec l'outil informatique, ont préféré la simulation du modèle physique, et l'ont jugé plus intuitive. . De nombreux étudiants ont également apprécié l'essai écrit au début de l'exercice ; dans lequel, ils ont contribué par leurs expériences variées et utiles de la lumière, à explorer la qualité de l'éclairage d'une manière abstraite mais créative, avant de passer aux vérifications quantitatives et objectives à l'aide des maquettes et des logiciels. Ceci les a aidés à concevoir la lumière dans l'espace, plutôt que de la décrire tout simplement
Maquettes et simulations numériques	Sarawgi (2001)	Comme on l'a évoqué précédemment dans ce manuscrit, le système 4MAT a été appliqué par plusieurs chercheurs dans l'enseignement supérieur, mais nous avons trouvé qu'une seule application du système 4MAT dans l'enseignement de la lumière en architecture. Il s'agit de la recherche de Sarawgi (2001), qui a proposé des expériences d'apprentissage basées sur le système 4Mat de McCarthy avec les modifications de Nussbaumer (2001) comme cadre théorique. Sa démarche est réalisée afin de chercher des stratégies d'enseignement pour les enseignants en architecture d'intérieur qui aiderait les étudiants à développer une approche de conception intégrée, qui inclut l'éclairage naturel comme un élément important de l'environnement intérieur. Dans sa recherche, elle permet aux étudiants de passer par les quatre étapes de l'éducation expérientielle, et ce, en expérimentant, en réfléchissant, en pensant et en agissant. Les auto-évaluations des étudiants à la fin du processus d'apprentissage expérientiel ont démontré une meilleure compréhension de la lumière du jour et de son impact sur les espaces intérieurs, ce qui indique que ces stratégies pourraient être utiles pour les enseignants qui veulent guider leurs étudiants vers un processus de conception intégré incluant l'éclairage naturel.		

Conclusion

Ce chapitre nous a été d'une grande utilité, car il a permis de dégager des conclusions très constructives pour la suite de notre recherche.

En effet, ce chapitre, nous a permis de clarifier l'importance de la prise en considération de l'éclairage naturel dans le processus de conception, la richesse qu'il peut ajouter au projet architecturale, et les opportunités qu'il peut apporter dans la conception architecturale et sa pédagogie.

Il nous a donné une meilleure vision sur l'enseignement de la lumière en architecture, et une meilleure compréhension des lacunes que cet enseignement peut poser.

Il a bien positionné l'enseignement de la l'éclairage dans les établissements d'enseignement algériens, une mise en place très nécessaire pour mettre en contexte l'intervention pédagogique que nous prévoyons dans cette recherche.

Grace à la recension des écrits réalisée, nous avons pu avoir une idée globale sur les stratégies, les techniques, et les outils auxquels on peut faire recours pour réussir un processus d'enseignement-apprentissage actif, dynamique, et efficace.

Ce chapitre achève la partie théorique de notre investigation. Nous pourrons Dès lors poser les assises de notre expérimentation.

CHAPITRE 4 : METHODOLOGIE

Introduction

Suite à l'analyse critique des études similaires à la nôtre qu'on a réalisée dans les précédents chapitres, on sera en mesure de justifier la posture de recherche choisie et l'approche méthodologique retenue. De ce fait, le présent chapitre mentionne les éléments méthodologiques qui ont permis de mener cette recherche à bon port et atteindre ses objectifs de recherche.

L'opérationnalisation de la recherche et l'instrumentalisation de la méthodologie sont détaillées, et les stratégies d'analyse des données sont présentées.

Comme indiqué dans notre problématique, cette recherche présente deux objectifs spécifiques de recherche. Après avoir formulé les dimensions du cadre de référence dans les chapitres précédents, nous décrirons et justifierons les deux approches méthodologiques suivies en regard de ces objectifs spécifiques.

Ce chapitre sera donc divisé en deux parties, dans la première partie, nous allons nous nous intéresser aux styles d'apprentissage. La deuxième partie, quant à elle, va expliquer l'application d'un modèle d'apprentissage expérientiel (4mat) dans l'enseignement de la lumière naturelle.

1- Type de recherche

Aucune méthode de recherche ne se présente comme, le procédé absolu de collecte d'information, ou comme méthode exempte de biais de la part de son auteur, la détermination s'effectue selon des paradigmes théoriques et de l'objet de recherche (Beaulieu, 1993).

Si on classe la typologie de cette recherche en fonction du critère de l'objectif et de la méthodologie, on dira qu'il s'agit d'une recherche expérimentale basée sur un plan d'expérimentation.

En fonction de la problématique formulée, de la formulation de notre objectif de recherche, du cadre de référence et la finalité recherchée, nous choisirons une démarche **quantitative** pour la collecte et l'analyse des données. En effet, les styles d'apprentissage se prêtent

parfaitement à la mesure et peuvent s'interpréter sous un aspect manipulable et calculable. Pareil pour l'approche pédagogique proposée qui offre par son application, la possibilité de vérifier son efficacité.

Epistémologiquement, cette étude se situe dans le champ de recherche positiviste. Sa finalité est d'expliquer, c'est-à-dire de trouver une relation de cause à effet entre d'un côté le style d'apprentissage et l'application d'une approche expérientielle, et d'un autre côté la performance des étudiants. Le problème de cette recherche est de **nature empirique**, qui tend à palier à un manque de connaissance des faits ou phénomènes.

Du point de vue de la recherche globale, cette recherche est **hypothético-déductive**, elle est organisée avec une visée de vérification (confirmer/infirmer une hypothèse ou un objectif).

Du point de vue de la nature des connaissances, notre recherche est une **recherche fondamentale** car elle produit du savoir concernant les styles d'apprentissage des étudiants en architecture, et les approches pédagogiques dans l'enseignement de l'architecture et de la lumière naturelle. C'est aussi une recherche **appliquée** car elle développe et met en œuvre une méthode d'enseignement de la lumière naturelle en architecture.

2- Les participants

Le contexte de l'objectif de recherche étant l'environnement pédagogique architectural, l'échantillon ciblé était constitué d'étudiants en architecture.

Il comporte 295 étudiants de la promotion (2019-2020). Cette promotion est composée de 15 groupes (19 étudiants en moyenne dans chaque groupe).

Les participants étaient en deuxième année d'études d'architecture, avec (72%) des femmes, et (28%) des hommes, et une moyenne d'âge de 19 ans. Les raisons du choix de cette catégorie sont les suivantes

- La majorité des études réalisées sur les styles d'apprentissage des étudiants ont choisi des étudiants de premier cycle (voir la synthèse de la revue de littérature du chapitre 2).
- Etant au début de leurs formations, les étudiants ont moins de risque d'être influencés par le style d'apprentissage de leurs enseignants. L'étude de Tucker qu'on a vu précédemment, a bien montré que les styles d'apprentissage peuvent évoluer durant la formation.

Pour des raisons pratiques et de facilités administratives, le choix d'investigation s'est porté sur les étudiants du département d'architecture d'Alger 1, où j'exerce en tant qu'enseignante.

3- L'opérationnalisation de la recherche et l'instrumentalisation de la méthodologie retenue

Conformément à nos objectifs de recherche, notre recherche comporte deux expérimentations. La première élucidera les styles d'apprentissage des étudiants, quant à la deuxième, elle traitera l'application du modèle d'enseignement 4MAT dans l'enseignement de la lumière naturelle en architecture.

3.1. Les styles d'apprentissage

Dans notre recherche, nous essaierons d'identifier les styles d'apprentissage des étudiants en architecture, et à connaître leurs préférences de style d'apprentissage et leurs préférences pour le renforcement des connaissances. Pour ce faire, un questionnaire a été distribué aux étudiants durant l'atelier maquette, où la présence est obligatoire (année universitaire 2017-2018).

Le fait du contrôle de la présence des étudiants, et l'obligation de répondre à toutes les questions ; nous a permis de récolter 285 questionnaires complets, soit presque l'intégralité des questionnaires.

3.1.1. La stratégie de collecte de données

Le premier objectif spécifique de cette recherche consiste à déterminer les styles d'apprentissage des étudiants de deuxième année d'architecture. Ceci nous permettra de répondre à la première question de recherche qui s'interroge sur les préférences de style d'apprentissage, et les préférences en matière de renforcement des connaissances des étudiants de premier cycle en architecture. Pour atteindre cet objectif et répondre à cette question de recherche, il faut impérativement sélectionner un outil de collecte de données. Cet outil, qui sera en mesure de nous permettre d'identifier les styles d'apprentissage des étudiants.

Il existe plusieurs instruments pour mesurer les styles d'apprentissage, mais nous choisirons l'instrument « Index of Learning Styles » (ILS) dont les bases ont été formulées par Felder et Silverman en 1988 ; l'outil qui en découle a été mis au point dans sa forme actuelle huit ans plus tard (Soloman et Felder 1996).

Plusieurs éléments ont motivé notre choix. Tout d'abord, l'ILS a été conçu au départ pour des étudiants en école d'ingénieurs et non pas pour des spécialistes en langues ; toutefois, il a été utilisé par des publics très variés.

Ensuite, l'outil est relativement récent et toujours d'actualité, complété par cent mille personnes chaque année. Il a été employé aussi dans des centaines d'études qui fournissent une base pour la méta-analyse entreprise par Felder et Spurlin (2005). Leur article rapporte en particulier les résultats de 24 études réalisées par différents chercheurs dans une variété de contextes qui mettent l'ILS à l'épreuve ; dans l'ensemble, l'outil satisfait à tous les critères de fiabilité – la cohérence interne, la validité externe du construit, la validité discriminante orthogonale, et la fiabilité à répétition, etc.

L'ILS a aussi un certain nombre d'atouts pratiques. Avec différentes ressources complémentaires, il est disponible gratuitement en ligne dans sa version intégrale (il existe même des versions dans différentes langues, dont le français), avec son barème et grille d'interprétation. Simple et rapide d'utilisation (il ne prend qu'une dizaine de minutes à remplir), il peut tenir sur une seule feuille recto-verso et les résultats sont vite saisis. Et pour finir, cet outil a été utilisé par plusieurs chercheurs en architecture et en design d'intérieur comme on l'a montré dans le chapitre 2 de cette recherche.

3.1.2. Le questionnaire ILS

L'ILS (voir annexe 17) est adressé aux personnes qui souhaitent évaluer leurs propres préférences ou /et, pour les enseignants ou étudiants qui souhaitent l'utiliser pour l'enseignement en classe ou la recherche, et il peut être autorisé par des organisations non éducatives (Felder et Spurlin, 2005). Ce questionnaire peut être renseigné en ligne sur le site de Felder (<http://www.ncsu.edu/felder-public/ILSpage.html>). Plusieurs autres informations concernant ce formulaire se trouvent sur ce site.

Il est composé de quatre dimensions qui sont les suivantes : « active-réfléchi » ; « sensoriel-intuitif » ; « visuel-verbal » ; « séquentiel-global ».

La terminologie pose peu de problème en traduction pour la plupart, l'exception étant *sensing*, qui a été rendu à différents moments par « sensible », « logique » et « sensoriel ». Le premier semble être un contresens ; le deuxième peut prêter à confusion avec « séquentiel » ; c'est donc « sensoriel » qui sera retenu. Le tableau 4.1 décrit très brièvement l'ensemble de ces dimensions.

CHAPITRE 4 : METHODOLOGIE

Tableau 4.1 : Les dimensions ILS (Source : Felder)

<p>Actif Apprend en expérimentant, travaille bien en groupe.</p>	<p>Réfléchi Apprend en réfléchissant, préfère travailler seul ou avec un seul partenaire habituel.</p>
<p>Sensoriel A une réflexion concrète, pratique, orientée vers les faits et les procédures.</p>	<p>Intuitif A une réflexion abstraite, novatrice, orientée vers les théories et les sens sous-jacents.</p>
<p>Visuel Préfère les représentations visuelles de nouvelles informations : images, schémas, graphiques...</p>	<p>Verbal Préfère les explications verbales – écrites ou orales.</p>
<p>Séquentiel A une réflexion linéaire, apprend de façon incrémentale étape par étape.</p>	<p>Global A une réflexion holistique, apprend soudainement à partir d'une vue d'ensemble.</p>

Cet instrument ipsatif est composé de 44 questions à choix forcé, 11 pour chacune des quatre dimensions (tableau 4.2).

Tableau 4.2 : Les variables latentes et observées de l'ILS original à 44 questions (Source : Felder)

Dimensions du ILS	Numéro de la question du ILS
Traitement : apprenants actifs/réflexifs	1-5-9-13-17-21-25-29-33-37-41
Percevoir : détection/apprenants intuitifs	2-6-10-14-18-22-26-30-34-38-42
Entrée : apprenant visuel/verbal	3-7-11-15-19-23-27-31-35-39-43
Compréhension : apprenants séquentiels/globaux	4-8-12-16-20-24-28-32-36-40-44

Comme la plupart des instruments de mesure dans ce domaine, l'ILS part d'échelles polaires. Chaque question offre deux options (a ou b) correspondant à l'une ou l'autre catégorie de la dimension (par exemple, active ou réflexive) (Figure 4.1) (Felder et Spurlin, 2005).

For each of the 44 questions below select either "a" or "b" to indicate your answer. Please choose only one answer for each question. If both "a" and "b" seem to apply to you, choose the one that applies more frequently. When you are finished selecting answers to each question please select the submit button at the end of the form.

1. I understand something better after I
 - (a) try it out.
 - (b) think it through.

2. I would rather be considered
 - (a) realistic.
 - (b) innovative.

3. When I think about what I did yesterday, I am most likely to get
 - (a) a picture.
 - (b) words.

Figure 4.1 : Format des items dans ILS (Source : Felder)

CHAPITRE 4 : METHODOLOGIE

- **Codification de l'ILS pour les analyses statistiques**

Pour pouvoir réaliser des analyses statistiques, il est impératif de placer les scores sur une échelle comprise entre 0 et 11. Pour cela, une méthode de notation en deux étapes qui compte les réponses «a» et «b» est utilisée (annexe 18).

- **La première étape de notation**

Sur le tableau illustré sur la figure 4.2, on doit suivre les étapes suivantes :

- 1. Mettre « 1 » dans les espaces appropriés du tableau (par exemple, si réponse est « a » à la question 3, il faut mettre un « 1 » dans la colonne A à côté de la question 3).
- 2. Additionner les colonnes et écrire la somme dans les espaces indiqués.
- 3. Pour chacune des quatre échelles, il faut soustraire la plus grande somme de la plus petite, et écrire la différence (1 à 11) et la lettre (a ou b) pour laquelle le total était le plus élevé sur la ligne du bas.

ACT/REF			SNS/INT			VIS/VRB			SEQ/GLO		
Q	a	b	Q	a	b	Q	a	b	Q	a	b
1	—	—	2	—	—	3	—	—	4	—	—
5	—	—	6	—	—	7	—	—	8	—	—
9	—	—	10	—	—	11	—	—	12	—	—
13	—	—	14	—	—	15	—	—	16	—	—
17	—	—	18	—	—	19	—	—	20	—	—
21	—	—	22	—	—	23	—	—	24	—	—
25	—	—	26	—	—	27	—	—	28	—	—
29	—	—	30	—	—	31	—	—	32	—	—
33	—	—	34	—	—	35	—	—	36	—	—
37	—	—	38	—	—	39	—	—	40	—	—
41	—	—	42	—	—	43	—	—	44	—	—
Total (sum X's in each column)											
ACT/REF			SNS/INT			VIS/VRB			SEQ/GLO		
a	b		a	b		a	b		a	b	
—	—		—	—		—	—		—	—	
(Larger – Smaller) + Letter of Larger (see below*)											
—	—		—	—		—	—		—	—	

Figure 4.2 : Tableau de la première étape de notation (Source : Felder)

CHAPITRE 4 : METHODOLOGIE

- La deuxième étape de notation

Dans cette étape, on doit transférer les scores sur le formulaire de rapport ILS (figure 4.3) en plaçant des X aux endroits appropriés sur les quatre échelles.

ACT	11a	9a	7a	5a	3a	1a		1b	3b	5b	7b	9b	11b	REF
SEN	11a	9a	7a	5a	3a	1a		1b	3b	5b	7b	9b	11b	INT
VIS	11a	9a	7a	5a	3a	1a		1b	3b	5b	7b	9b	11b	VRB
SEQ	11a	9a	7a	5a	3a	1a		1b	3b	5b	7b	9b	11b	GLO

Figure 4.3 : Formulaire de rapport ILS (Source : Felder)

Ainsi, sur chaque dimension, le score est un chiffre impair entre -11 et +11 ; plus on s'éloigne de zéro, plus la préférence est forte (voir tableau 4.3).

Si le score d'une échelle est compris **entre 1 et 3**, il est équilibré sur les deux dimensions de cette échelle. Si le score sur une échelle est compris **entre 5 et 7**, il y a une préférence modérée pour une dimension de l'échelle. Si le score sur une échelle est compris **entre 9 et 11**, il y a une forte préférence pour une dimension de l'échelle (Demirkan, 2016).

Puisqu'il s'agit d'une échelle polaire, l'un est forcément négatif et l'autre positif, mais cela ne signifie en rien que les scores positifs soient « meilleurs » : on pourrait très bien inverser les deux pôles sans incidence. De la même façon, un score proche de zéro reflète un équilibre entre les deux extrêmes, mais n'est pas forcément souhaitable : une préférence forte peut très bien convenir à certains métiers ou pour certaines tâches dans des contextes donnés. Par ailleurs, chaque individu est capable d'exhiber tous les traits dans différents contextes : il ne s'agit que de tendances et non pas d'absolus qui s'excluent, même avec un score élevé. Enfin, l'instrument ne mesure que les préférences, non les aptitudes : bien qu'on ait souvent tendance à préférer un domaine où on est fort, cela ne s'ensuit pas inévitablement (Felder et Spurlin 2005 : p 105).

Tableau 4.3 : Echelle ILS (Source : Felder)

Echelle	-11	-9	-7	-5	-3	-1	+1	+3	+5	+7	+9	+11
Préférence	fort		moyen		faible		faible		moyen		fort	

3.2. L’application d’une approche expérientielle

Partant de la réflexion que l’enseignement devrait varier en utilisant la théorie des styles d’apprentissage qui tiendra compte des styles d’apprentissage des étudiants et qui les incitera à apprendre à travers plusieurs style d’apprentissage, un cadre théorique pour l’enseignement de la lumière naturelle en architecture qui s’adapte à tous les styles d’apprentissage a été développé.

3.2.1-Le cadre théorique de notre approche expérientielle

Notre cadre théorique est établi sur le cycle d'apprentissage en quatre étapes de Kolb et du système 4MAT de McCarthy qui ont été conçus pour améliorer l'apprentissage et pour résoudre des problèmes à travers un processus. Il permettra, par la suite, de proposer une stratégie pédagogique qui met en œuvre une approche expérientielle, et qui crée des connaissances par la transformation de l’expérience.

Notre application tend à proposer des enseignements variés pour améliorer la performance des étudiants, car ils ne peuvent pas tous entrer dans une seule catégorie de styles d'apprentissage (Sims et Sims, 1995). Elle s’appuie sur ce que Kolb (1984) avance en soulignant que l'intention de l'enseignement supérieur est de former des étudiants bien équilibrés afin de développer les faiblesses de leurs styles d’apprentissage, et stimuler la croissance de leurs capacités à apprendre à partir de divers points de vue.

L’application est conçue pour passer par les phases du cycle d'apprentissage de Kolb permettront aux étudiants d'apprendre à travers leurs styles d'apprentissage individuels et de les mettre au défi dans le processus d'apprentissage (Stice, 1987).

Elle permettra aux enseignants d’enseigner plus efficacement en développant et en utilisant des méthodes d'enseignement qui combinent les quatre types d'apprentissage et les modes cerveau droit et cerveau gauche (Sims et Sims, 1995).

En effet, les étudiants ont besoin de l'opportunité d'apprendre à travers leurs propres styles, mais ils doivent être mis au défi pour améliorer leur croissance intellectuelle, et par conséquent, de nouvelles informations et du nouveaux matériels devraient être présentés aux étudiants d'abord par des stratégies du cerveau droit avec une contribution du cerveau gauche.

CHAPITRE 4 : METHODOLOGIE

Cependant, puisque le cerveau gauche prend le dessus, il convient de mettre davantage l'accent sur les stratégies du cerveau droit.

Cette réflexion a fait l'objet de recherche de Nussbaumer (2001) qui a pu développer un cadre théorique, et présenté un exemple d'application de ce cadre qui peut être utilisé pour enseigner un cours de design d'intérieur. Cette recherche, qui a déjà été citée dans le chapitre précédent, se base sur le système 4MAT, mais elle a la particularité de mettre en évidence les activités du cerveau droit.

La figure 4.4 présente le cadre théorique d'enseignement proposé par Nussbaumer, elle montre le processus qui devrait avoir lieu lors de la présentation d'un nouveau matériel, en indiquant chaque étape du processus de la théorie de l'apprentissage expérientiel.

Les lignes dans ce schéma indiquent l'activité cérébrale gauche et droite, les lignes en gras mettent l'accent sur les activités cérébrales droites.

C'est ainsi que cette application est présentée à travers une activité du cerveau droit qui motive et donne aux étudiants un aperçu du nouveau matériel à travers des histoires courtes ou des expériences réelles (Nussbaumer, 2001).

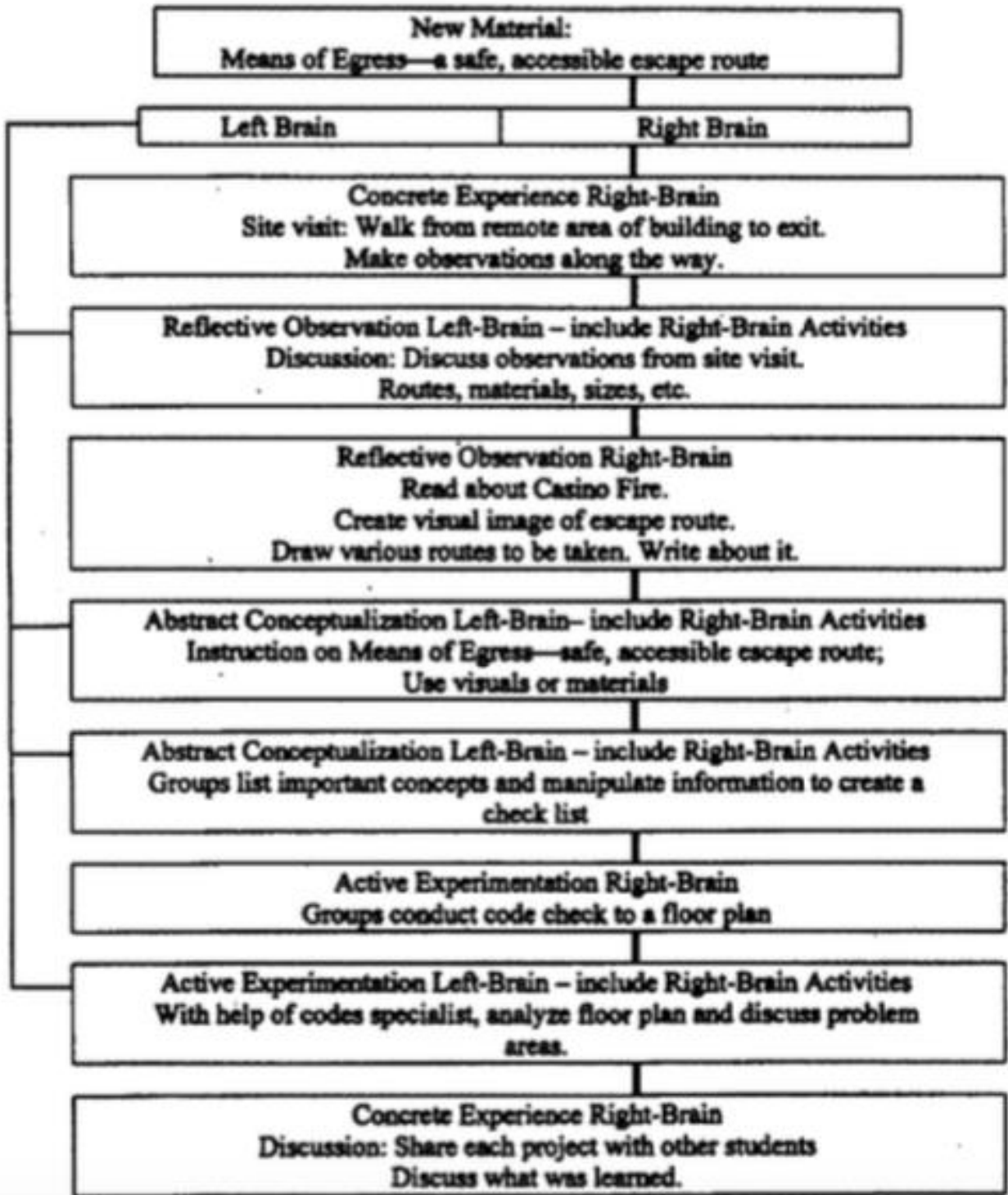


Figure 4.4 : Un cadre théorique d'enseignement (Source : Nussbaumer, 2001)

3.2.2-L'application de l'approche expérientielle

Notre expérimentation est basée sur le cycle d'apprentissage en quatre étapes de Kolb et le système 4MAT de McCarthy, mais tout comme Nussbaumer, nous avons fait le choix de proposer un processus qui met l'accent sur les activités cérébrales droites.

Ce sont les mêmes étudiants qui ont rempli le questionnaire sur leurs styles d'apprentissage qui ont participé à cette expérimentation. En effet, 285 étudiants répartis sur 15 groupes ont pris part à cette expérience. L'expérience s'est déroulée dans un atelier dénommé "Atelier maquette". Ce dernier, d'une durée de trois heures par semaine, s'insérait dans le programme officiel. Il s'étale sur un semestre, et son objectif initial est l'initiation des étudiants en architecture à fabriquer des maquettes architecturales.

Le conseil scientifique du département, nous a autorisé à changer le contenu de cet atelier. L'abnégation et l'ouverture d'esprit de la composante de ce conseil et la volonté à vouloir modifier et changer le contenu initial de l'atelier maquette, nous a énormément réconforté. Jugé inutile pour la formation des futurs architectes par la composante ce conseil, cet atelier a été retiré du programme officiel en 2018.

L'enseignement de cet atelier qu'on a intitulé "atelier maquette et lumière naturelle", a été pris en charge par le chercheur pour l'ensemble de la promotion, tout en étant accompagné par trois autres enseignants qui changent en fonction du groupe enseigné.

Les participants ont été avisés de l'anonymat et de la confidentialité de l'enquête, et que ces résultats n'affecteraient pas leurs résultats scolaires. A la fin de l'expérience, ils ont connu leurs préférences en matière de style d'apprentissage.

A- Les étapes de l'expérience

L'expérience s'est déroulée en cinq étapes, et elle s'est étalée sur un semestre en respectant les temps impartis pour l'atelier maquette imposé dans le programme officiel, c'est-à-dire trois heures par semaine.

- **La première partie de l'expérience**

Dans un premier temps, et durant la première séance de l'atelier maquette, on a commencé par distribuer l'Index de Style d'Apprentissage (ILS) de Felder et Soloman pour qu'il soit renseigné par les étudiants, en les informant de l'anonymat et de la confidentialité de l'enquête, et les rassurant que les résultats de ce questionnaire n'affecteraient pas leurs résultats scolaires.

Ensuite, on leur a convié chacun à visiter cinq espaces architecturaux caractérisés par une

CHAPITRE 4 : METHODOLOGIE

ambiance lumineuse particulière, qu'ils jugent intéressante et marquante, et de mémoriser ces ambiances avec des photos. Cette expérience engage l'étudiant et intègre l'expérience avec une signification personnelle.

Une semaine après, et durant la deuxième séance d'atelier, les étudiants ont exposé leurs expériences à l'aide de photos, suite à cela, une réflexion collective a été menée auprès du groupe d'atelier par l'organisation d'un brainstorming, durant lequel des discussions ont été entamées afin de déceler les paramètres qui ont fait la différence entre leurs ambiances lumineuses, et plus précisément, ce qui a influencé l'éclairage naturel.

Durant cette séance de brainstorming les participants ont montré un engagement sur le plan cognitif mais aussi corporel et émotionnel.

Les enseignants quant à eux, ont listé toutes les observations afin de regrouper sous forme de catégorie les paramètres évoqués par les étudiants.

Deux catégories ont pu être dégagées de cette expérience :

- La première catégorie se rapporte à l'ouverture
- La deuxième catégorie se rapporte à la configuration spatiale et l'aménagement intérieur.

À la fin de cette discussion, deux sous groupes ont été formés. La discussion crée ici une expérience non structurée du cerveau droit au sein d'une activité du cerveau gauche.

Chaque sous groupe devait mener des recherches sur un paramètre des deux catégories issues du brainstorming et de la discussion. Ils étaient libres d'utiliser n'importe quelle méthode pour collecter des informations pour leurs recherches. L'objectif ici est d'identifier comment ce paramètre peut-il influencer l'éclairage naturel, il s'agit là d'une volonté d'approfondir les réflexions en déterminant une autre façon de regarder quelque chose qui engage les sens et développe une réflexion plus approfondie.

Une semaine a été accordée aux étudiants pour élaborer une présentation et présenter leurs rapports d'investigations. À la fin de cette étape, les rapports de recherche des étudiants ont été recueillis et évalués, en tant que, résultats de performance. La présentation et les rapports présentés ici, représentent une étape de l'activité, ce qui permettra aux étudiants de passer du concret à l'abstrait.

• La deuxième partie de l'expérience

Suite à la présentation des groupes (rappelons que chaque sous groupe a pris un paramètre de chaque catégorie), une conférence, riche en plusieurs exemples visuels (image, photos, schémas, plans, graphes,...), dirigée par l'enseignant, où une synthèse sur tous les paramètres qui peuvent influencer l'éclairage naturel, complétant ainsi les informations dans les exposés des étudiants, a été présentée par le biais de PowerPoint.

CHAPITRE 4 : METHODOLOGIE

Dans la première catégorie qui se rapporte à l'ouverture, on a choisi de mettre en évidence :

La disposition, la proportion, la position, la forme, le nombre et l'orientation de l'ouverture, mais aussi le type d'éclairage, l'indice d'ouverture, le nombre et le type de verre.

Concernant la deuxième catégorie qui touche la configuration spatiale et l'aménagement intérieur, on a abordé les thèmes suivant : forme de l'espace, parois intérieures (couleurs, et texture) et aménagement intérieur (meubles, tapis...).

Cette étape est caractérisée par le développement des théories et des concepts par l'enseignant afin de créer une expérience pratique du cerveau droit dans le cadre de l'activité du cerveau gauche.

- **La troisième partie de l'expérience**

Dans cette partie de l'expérience, l'accent est mis sur la manipulation des concepts et des compétences nouvellement apprises, ainsi, les étudiants vont travailler à définir le concept en manipulant du matériel.

Pour ce faire, les étudiants devaient réaliser les maquettes d'un espace architectural à l'échelle 1/10. Il s'agit d'un local d'une surface de 24 m², avec une largeur de 4 m, une profondeur de 6 m, et une hauteur de 4 m. Il s'agit d'un travail en groupe dans lequel chaque sous groupe devait choisir un paramètre (indicateur) de chaque catégorie, et chaque étudiant devait faire une proposition différente pour nous permettre à la fin d'avoir plusieurs cas de figure et une différence significative entre les propositions.

La maquette est fabriquée en carton, et pour nous permettre de voir directement ce qui se passe à l'intérieur du modèle réduit la prise de vue de cette expérimentation est réalisée avec des appareils photo (les étudiants ont utilisé les appareils photos de leurs téléphones portables). Une ouverture placée à une hauteur de 1,6m (l'emplacement recommandé est entre 1,5m et 1,7m), a été prévue dans la maquette pour permettre la prise de photos (Figure 4.5)

On a pu faire ressortir les variables indépendantes (paramètre indicateur) sur lesquelles on peut agir, afin de voir leurs impacts sur l'éclairage naturel. Pour la première catégorie ces variables sont :

- La disposition des ouvertures
- La proportion des ouvertures (indice d'ouverture $S_{\text{ouverture}} / S_{\text{sol}}$)
- La position des ouvertures
- La forme des ouvertures
- Le nombre des ouvertures
- L'orientation des ouvertures
- Le type d'éclairage
- Le type de verre

CHAPITRE 4 : METHODOLOGIE

Pour la deuxième catégorie les variables choisies sont :

- La forme de l'espace
- Couleur des parois intérieures
- Texture des parois intérieures
- Couleur du sol
- Texture du sol
- Couleur du plafond
- Texture du plafond
- Aménagement intérieur (taille des meubles)
- Aménagement intérieur (couleur des meubles)

Cette expérience a nécessité cinq séances d'atelier (travail en groupe, manipulation de maquette, consultation et concertation avec les enseignants). A la fin de cet exercice, tous les étudiants ont été invités à exposer leurs maquettes sous un ciel naturel dans une cour à l'extérieur du département d'architecture (Figure 4.6). Ils devaient voir toutes les maquettes de leurs camarades, et prendre des photos. Travailler en équipe pour manipuler les maquettes a créé un mode non structuré du cerveau droit avec une activité du cerveau gauche.

CHAPITRE 4 : METHODOLOGIE



Figure 4.5 : Les photos prises par les étudiants lors de l'expérimentation (source : l'auteur)



Figure 4.6 : Exposition des maquettes à l'extérieur et prise de photos (source : l'auteur)

CHAPITRE 4 : METHODOLOGIE

A la fin de cette expérience, chaque étudiant devait préparer un rapport sur les expérimentations menées, afin d'exposer leurs synthèses sur les paramètres qui peuvent influencer l'éclairage naturel. Ces synthèses devaient être appuyées par des références de projets existants (des photos de projets architecturaux qui illustrent les mêmes ambiances lumineuses révélées par les maquettes). À la fin de cette partie, les rapports de synthèse de l'expérimentation avec les maquettes des étudiants ont été collectés et évalués.

- **La quatrième partie de l'expérience**

Après les trois premières étapes, et après avoir expérimenté différents modes d'apprentissage, on a supposé que les étudiants avaient appris des informations concernant l'éclairage naturel et les facteurs qui peuvent l'influencer, et acquis les performances nécessaires pour pouvoir l'intégrer dans leurs projets de conception architecturale.

Dans cette étape, les étudiants devaient commencer à ajouter quelque chose d'eux-mêmes, à manipuler et à s'approprier le contenu en appliquant les connaissances acquises.

A cet effet, les étudiants ont été invités à appliquer les concepts appris précédemment dans leurs projets. C'est durant un exercice de conception en lien avec l'atelier de conception, qu'on a demandé à chaque étudiant de choisir un espace dans son projet d'atelier de conception, et de d'appliquer ce qui a été appris auparavant dans le but d'avoir un espace architectural caractérisé par une ambiance lumineuse particulière. Plusieurs thèmes de projet ont été proposés par les enseignants de l'atelier (atelier de couture, galerie d'art, librairie, cafeteria, restaurant, maison individuelle...), il s'agit dans l'ensemble de petit projet avec une surface qui ne dépasse pas 500 m².

Les étudiants devaient analyser les connaissances sur l'éclairage naturel et les paramètres qui peuvent l'influencer, et les appliquer dans leurs projets. Afin de les aider dans leurs réflexions, leurs analyses et leurs approches, deux enseignants spécialistes en éclairage naturel ont été présents le jour de l'exercice. Ces enseignants ont aidé les étudiants à analyser leurs projets et à discuter des problèmes rencontrés. Ceci s'est fait grâce à des discussions réalisées avec des étudiants regroupés selon leurs thématiques. Ces discussions en petit groupe ont permis de créer une expérience du cerveau droit dans le cadre d'une activité du cerveau gauche.

À la fin de cette étape, chaque étudiant devait préparer un panneau d'affichage dans lequel il explique son intervention (idée, intention et application) en utilisant des croquis d'ambiances, des schémas et des références (photos de projets existants qui représentent une source d'inspiration). Il devait aussi fabriquer une maquette de l'espace choisi à l'échelle 1/10.

- **La cinquième partie de l'expérience**

Durant la dernière étape de l'expérimentation, les étudiants devraient partager ce qu'ils ont appris avec les autres, par la suite, une discussion entre les enseignants et les étudiants devraient avoir lieu afin de revenir sur ce qui a été appris. C'est ainsi que les étudiants peuvent revenir à la synergie de la première étape, mais à un niveau d'apprentissage supérieur. Pour l'exécution de cela, un affichage a été organisé une semaine après l'exercice de conception. Il s'agit d'un affichage durant lequel les étudiants exposent leurs projets et partagent leurs expériences. Les quatre enseignants qui ont participé à cette expérience ont été présents pour l'ensemble des exposés. À la fin de cette étape, les panneaux d'affichage des étudiants et leurs maquettes ont été recueillis et évalués en tant que résultats de performance.

B- Synthèse de l'application du système 4MAT dans notre expérience

Après avoir expliqué et détaillé notre expérience dans la partie précédente, nous allons maintenant faire la synthèse de l'application du système 4MAT, et montrer comment nous avons mis l'accent sur les activités cérébrales droites durant les différentes étapes.

Cette synthèse sera présentée sous la forme d'un tableau récapitulatif (tableau 4.4), qui sera en mesure de placer les étapes de l'expérience dans le système 4MAT, et qui détaillera les étapes de l'expérience en mettant en exergue ses procédures, ses modes de saisie de l'expérience et ses modes de transformation de l'expérience, son hémisphéricité du cerveau, ses types d'activité, ses principes et ses applications.

CHAPITRE 4 : METHODOLOGIE

Tableau 4.4 : Synthèse de l'application du système 4MAT dans notre expérience (Source : l'auteur)

Quadrant 1	Etape 1	Procédure	Créer une expérience
		Mode de saisie de l'expérience et mode de transformation de l'expérience	Expérience concrète
		Hémisphère du cerveau	Droit (Expérience concrète du cerveau droit)
		Type d'activité	Activité visuelle et spatiale
		Principes	Engager l'étudiant et intégrer l'expérience avec une signification personnelle
		Application	Organiser des visites Prendre des photos des espaces architecturaux caractérisés par une ambiance lumineuse particulière
	Etape 2	Procédure	Réfléchir/analyser l'expérience
		Mode de saisie de l'expérience et mode de transformation de l'expérience	Observation réflexive
		Hémisphère du cerveau	Gauche (Observation réflexive du cerveau gauche, Expérience cérébrale Droite non structurée dans une activité cérébrale gauche) Créer une expérience non structurée du cerveau droit au sein d'une activité du cerveau gauche
		Type d'activité	Activité verbale
Principes		Discussion	
Application		Exposer les expériences à l'aide de photos Mener une réflexion collective auprès du groupe d'atelier par l'organisation d'un brainstorming (entamer des discussions afin de déceler les paramètres qui ont fait la différence entre leurs ambiances lumineuses, et plus précisément, ce qui a influencer l'éclairage naturel)	
Quadrant 2	Etape 3	Procédure	Intégrer l'analyse réflexive dans les concepts
		Mode de saisie de l'expérience et mode de transformation de l'expérience	Observation réflexive
		Hémisphère du cerveau	Droit Observation réflexive du cerveau droit L'enseignant pourrait encourager les étudiants à créer des images visuelles dans l'esprit - l'imagerie visuelle met l'accent sur la fonction cérébrale droite Passer du concret à l'abstrait
		Type d'activité	Activité visuelle et spatiale
		Principes	Identifier comment les paramètres peuvent-ils influencer l'éclairage naturel (approfondir les réflexions en déterminant une autre façon de regarder quelque chose qui engage les sens et développe une réflexion plus approfondie)
		Application	Mener des recherches sur un paramètre des deux catégories issues du brainstorming et de la discussion

CHAPITRE 4 : METHODOLOGIE

	Etape 4		Préparer une présentation Soumettre le rapport de recherche
		Procédure	Développer des concepts et des compétences
		Mode de saisie de l'expérience et mode de transformation de l'expérience	Conceptualisation abstraite
		Hémisphère du cerveau	Gauche Conceptualisation abstraite du cerveau gauche Créer une expérience pratique Droite au sein de l'activité Gauche (les visuels et les matériaux créent une expérience pratique du cerveau droit au sein de l'activité du cerveau gauche) Développement des théories et des concepts par l'enseignant afin de créer une expérience pratique du cerveau droit dans le cadre de l'activité du cerveau gauche
		Type d'activité	Activité verbale
		Principes	Intervention de l'enseignant (conférence)
		Application	L'enseignant fait une présentation pour faire la synthèse de tous les paramètres qui peuvent influencer l'éclairage naturel (éclaircir tous les paramètres et compléter les informations présentées par les étudiants)
Quadrant 3	Etape 5	Procédure	Appliquer des données définies
		Mode de saisie de l'expérience et mode de transformation de l'expérience	Conceptualisation abstraite
		Hémisphère du cerveau	Gauche Conceptualisation abstraite du cerveau gauche Travailler en groupe pour manipuler les maquettes, créer un mode de cerveau Droit non structuré avec une activité cérébrale Gauche
		Type d'activité	Activité verbale
		Principes	Manipulation des concepts et des compétences nouvellement apprises (les étudiants définissent le concept en manipulant du matériel)
		Application	Réaliser les maquettes en carton d'un espace architectural à l'échelle 1/10 Choisir un paramètre (indicateur) de chaque catégorie Faire une proposition différente pour nous permettre à la fin d'avoir plusieurs cas de figure et une différence significative entre les propositions et prendre des photos. Exposer les maquettes et prendre les photos des maquettes des pairs
	Etape 6	Procédure	Pratiquer et ajouter des choses par soi-même
		Mode de saisie de l'expérience et mode de transformation de l'expérience	Expérimentation active
		Hémisphère du cerveau	Droit Expérimentation active du cerveau droit
		Type d'activité	Activité visuelle et spatiale

CHAPITRE 4 : METHODOLOGIE

		Principes	Commencer à ajouter quelque chose d'eux-mêmes, à manipuler et à s'approprier le contenu en appliquant les connaissances acquises (appliquer les concepts appris précédemment dans leurs projets)
		Application	Concevoir un espace architectural caractérisé par une ambiance lumineuse particulière
Quadrant 4	Etape 7	Procédure	Analyser l'application pour la pertinence et l'utilité
		Mode de saisie de l'expérience et mode de transformation de l'expérience	Expérimentation active
		Hémisphère du cerveau	Gauche Expérimentation active du cerveau gauche L'analyse pourrait avoir lieu dans le cadre d'une discussion en petits groupes qui crée une expérience du cerveau Droit dans une activité du cerveau Gauche
		Type d'activité	Activité verbale
		Principes	Discussions en petit groupe avec la participation d'un expert
		Application	Débats et discussion en petit groupe (selon le thème) organisés par deux enseignants spécialistes en éclairage naturel
	Etape 8	Procédure	Faire et appliquer pour des expériences plus complexes
		Mode de saisie de l'expérience et mode de transformation de l'expérience	Expérience concrète
		Hémisphère du cerveau	Droit Expérience concrète du cerveau droit
		Type d'activité	Activité visuelle et spatiale
		Principes	Partager ce qui a été appris
		Application	Exposer les projets Organiser des discussions autour de l'affichage (du projet)

2-3- Les instruments d'évaluation

A la fin de l'expérimentation, les produits de trois étapes ont été collectés auprès des étudiants comme matériel d'évaluation, il s'agit en réalité d'un indicateur de performance qui sera représenté comme une note sur 20 dans un premier temps, et qui sera transformé en une échelle de 11.

En effet, l'évaluation a été réalisée à partir des rendus de trois étapes de l'expérimentation, mais avec des coefficients différents.

- **La troisième étape :**

L'évaluation de cette étape présente 10% de l'évaluation finale. Ceux sont les rapports de recherche remis par les étudiants qui ont été évalués selon les critères suivant : le contenu et la pertinence des informations de la présentation (60%), la présentation orale (20%), et la présentation du rapport (20%).

- **La cinquième étape**

L'évaluation de cette étape présente 15% de l'évaluation finale. Elle a été faite en prenant en considération deux éléments : le rapport de synthèse de l'expérimentation avec les maquettes et la qualité de la réalisation de la maquette.

Les rapports de synthèse de l'expérimentation avec les maquettes ont été évalués selon les critères suivant : la qualité de la photo prise à l'intérieur de la maquette (l'indicateur de l'étudiant) (30%), la qualité des photos présent à l'intérieur des maquettes (la même catégorie que celle de l'étudiant) (30%), la qualité des photos présent à l'intérieur des maquettes (toutes les catégories) (20%), et les images de référence de projet existants (des projets de grands architectes de préférence) (20%).

Les maquettes, quant à elles, ont été évaluées selon les critères suivant : la qualité de la coupe du carton (30%), la qualité du collage (30%), et la qualité de l'ouverture (40%).

- **La huitième étape**

Pour l'évaluation de la huitième étape les panneaux d'affichage et les maquettes ont été notées. L'évaluation de cette étape est la plus importante, elle représente 85% de l'évaluation finale, car on a jugé que cette dernière étape est celle qui permet de refléter réellement le niveau de performance des étudiants dans cette expérimentation. C'est aussi l'étape durant laquelle nous avons pu avoir l'évaluation de quatre enseignants, ce qui nous a permis d'avoir la moyenne des quatre évaluations offrant ainsi une évaluation plus équilibré, plus représentative, et plus pertinente.

CHAPITRE 4 : METHODOLOGIE

Une grille d'évaluation a été utilisée pour uniformiser l'évaluation des quatre enseignants, cette grille comporte les critères suivants : l'application des concepts appris dans le projet de conception (60%), la qualité des croquis et des représentations graphiques et artistiques (20%) et la présentation orale (20%).

Concernant l'évaluation de la maquette, les mêmes critères d'évaluation de la maquette précédente ont été repris.

Toutes les évaluations ont été réalisées sur un système de notation sur 20, mais on a fait le choix de transformer ces notes en 11 grades (tableau 4.5). Le recours à cette codification en grade s'est fait en se basant sur des recherches précédentes qui présentent certaines similitudes avec notre recherche (Demirbas et Demirkan, 2003 ; Kvan et Yunyan, 2005 ; Demirbas et Demirkan, 2007 ; Demirkan et Demirbas 2010 ; Tezel et Casakin, 2010 et Demirkan, 2016).

Tableau 4.5 : Codification de l'évaluation (Source : l'auteur)

Grade	A	A-	B+	B	B-	C+	C	C-	D+	D	F
Note	Entre 20 et 18	Entre 17,99 et 17	Entre 16,99 et 16	Entre 15,99 et 15	Entre 14,99 et 14	Entre 13,99 et 10	Entre 9,99 et 9	Entre 8,99 et 8	Entre 7,99 et 6	Entre 5,99 et 1	Entre 0,99 et 0

4- La stratégie d'analyse des données

L'analyse des données constitue l'une des étapes cruciales de tout processus de recherche (Dumas, 2000).

Analyser adéquatement des données quantitatives requiert une bonne planification dans la mesure où l'on doit, avant même de procéder à la collecte de données, décider du ou des tests statistiques qui seront utilisés en fonction de la question et des données de recherche.

Trois types d'analyse seront utilisées dans notre recherche, soit : les analyses descriptives, les analyses inférentielles et les analyses corrélationnelles.

L'analyse descriptive des données permet au chercheur de résumer un ensemble de données brutes à l'aide de techniques statistiques. Ce type d'analyse vise essentiellement à décrire les caractéristiques d'un échantillon et à répondre aux questions de recherche (Fortin et Gagnon, 2015). Les outils dont dispose le chercheur pour réaliser ce type d'analyse se répartissent en trois principales catégories : les mesures de tendance centrale (mode, médiane, moyenne), les mesures de dispersion et de position (écart type, variance, étendue, minimum, maximum,

CHAPITRE 4 : METHODOLOGIE

percentile) ainsi que les analyses de fréquences (absolue, relative).

L'analyse inférentielle des données correspond à la branche de la statistique qui a pour objet de généraliser les résultats obtenus à partir d'un échantillon à l'ensemble de la population d'où il a été tiré (Amyotte et Côté, 2017). Le recours à ce type d'analyse est déterminé par des considérations de divers ordres (économique, pratique, etc.). Les tests qu'on utilise dans les analyses inférentielles sont : le test d'indépendance du khi-deux et de Fisher, le test d'ajustement du khi-deux, et l'analyse de la corrélation.

Dans notre recherche, les analyses quantitatives ont été réalisées avec le logiciel R, et on a aussi fait recours au logiciel SPSS et Excel pour certains histogrammes et courbes, et le choix du type d'analyse a été déterminé en fonction des objectifs.

Conclusion

Ce chapitre nous a permis de mettre en lumière la méthodologie de notre recherche qui se déroule en deux phases afin d'atteindre l'objectif escompté.

En effet, la première phase de ce chapitre clarifie la façon avec laquelle on pourrait identifier les styles d'apprentissage. Elle justifie nos choix, donne des détails sur l'inventaire de style d'apprentissage de Felder, et explique le déroulement de la collecte des données. C'est grâce à elle que le premier objectif spécifique de notre recherche sera atteint.

La deuxième phase, qui tend à nous aider à atteindre notre deuxième objectif spécifique, nous a permis d'expliquer concrètement l'application du système 4MAT en s'appuyant sur le bagage théorique qu'on a pu exposer dans le chapitre précédent, c'est ainsi qu'on a pu réellement créer un pont entre la théorie et la pratique, et qu'on a pu proposer une application d'un apprentissage expérientiel basé sur l'expérience, et qui s'adapte à l'enseignement de la lumière naturelle en architecture.

Pour finir cette conclusion, il est important de préciser que ce chapitre nous a permis de définir le type de notre recherche, et ce, en présentant sa finalité, en nous positionnant épistémologiquement, et en confirmant qu'il s'agit bel est bien d'une recherche appliquée. Il a aussi donné des détails concernant l'opérationnalisation de la recherche et l'instrumentalisation de la méthodologie retenue qui présenteront les assises sur lesquelles seront bâtis l'analyse et l'interprétation des résultats présentées dans le prochain chapitre.

Chapitre 5 : Analyse et interprétation des résultats

Introduction

Afin de bien structurer l'analyse et l'interprétation des résultats de notre recherche, nous allons organiser ce chapitre en essayant de répondre aux objectifs de cette recherche, et de vérifier notre hypothèse.

Rappelons que cette étude comporte un objectif général qui consiste à :

Améliorer la performance des étudiants en architecture en présentant un nouveau cadre théorique pour l'enseignement de la lumière naturelle en architecture qui se base sur l'apprentissage expérientiel.

Elle comporte aussi deux objectifs spécifiques qui consistent à :

- Déterminer les styles d'apprentissage des étudiants de deuxième année architecture
- Proposer une stratégie pédagogique qui met en œuvre une approche expérientielle, et qui s'adapte aux styles d'apprentissage des étudiants en architecture.

Rappelons aussi que notre hypothèse stipule que *la proposition et l'application d'un nouveau cadre théorique pour l'enseignement de la lumière naturelle en architecture qui se base sur l'apprentissage expérientiel, peut améliorer la performance des étudiants en architecture.*

De ce fait, la première étape de ce chapitre tendra à répondre au premier objectif. On déterminera alors les styles d'apprentissage des étudiants de deuxième année d'architecture.

La deuxième partie, quant à elle, consiste à vérifier si la stratégie pédagogique proposée peut s'adapter à tous les styles d'apprentissage.

Pour finir, on tentera de répondre à l'objectif général de notre recherche, et on vérifiera si le cadre théorique proposé pour l'enseignement de la lumière naturelle en architecture, peut réellement améliorer la performance des étudiants. Le lien entre la performance et les styles d'apprentissage sera aussi abordé pour apporter d'autres éléments de réponse à notre problématique. C'est ainsi qu'on sera en mesure de statuer notre hypothèse.

I- Objectif spécifique n°1 : Déterminer les styles d'apprentissage des étudiants de deuxième année architecture

Avant de commencer notre analyse, rappelons que L'ILS de Felder, et comme on l'a bien détaillé dans les chapitres précédents, révèle les préférences de style d'apprentissage (perception et entrée de l'information), et les préférences en matière de construction et de renforcement des connaissances (traitement et compréhension de l'information). Il comporte quatre échelles :

- Actif / Réfléchi en lien avec le traitement de l'information
- Séquentiel / Global en lien avec la compréhension
- Sensoriel / Intuitif en lien avec la perception
- Visuel / Verbal en lien avec l'entrée de données

Afin de répondre au premier objectif spécifique de cette recherche, nous allons commencer par déterminer la distribution des étudiants selon les huit styles d'apprentissage. Par la suite, on présentera la répartition en exposant les fréquences et pourcentage des préférences de chaque catégorie à part, et on réunira les résultats des quatre catégories ensembles, afin d'avoir une vision globale des préférences, et de pouvoir les comparer et se prononcer réellement sur les répartitions des styles d'apprentissage des étudiants en architecture. On poussera l'analyse plus loin par la présentation des scores moyens, des écarts types, et des tests statistiques. L'ensemble de ses résultats sera interprété et discuté tout le long de cette partie.

1- Répartition des styles d'apprentissage des étudiants

1.1-La distribution des étudiants selon les huit styles d'apprentissage

À l'aide de l'ILS, la distribution des étudiants en architecture de deuxième année selon les huit styles d'apprentissage a été déterminée. Les fréquences et les pourcentages ont été calculés.

Les résultats sont présentés sous la forme d'une fiche synthèse (de la figure 5.1 à la figure 5.8) pour chaque dimension. Chaque fiche se compose de :

- L'histogramme
- Fréquences et pourcentages
- Nombre de valeurs différentes

CHAPITRE 5 : ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

- La valeur la plus citée

Comme on l'a déjà expliqué dans le chapitre méthodologie, les scores ont été placés sur une échelle comprise entre 0 et 11 dans un premier temps [1,3,5,7,9,11].

A l'aide des histogrammes, une première analyse des résultats sera faite, mais il est important de préciser que cette analyse sera juste une porte d'entrée vers des résultats et des analyses plus pertinents et plus pointus.

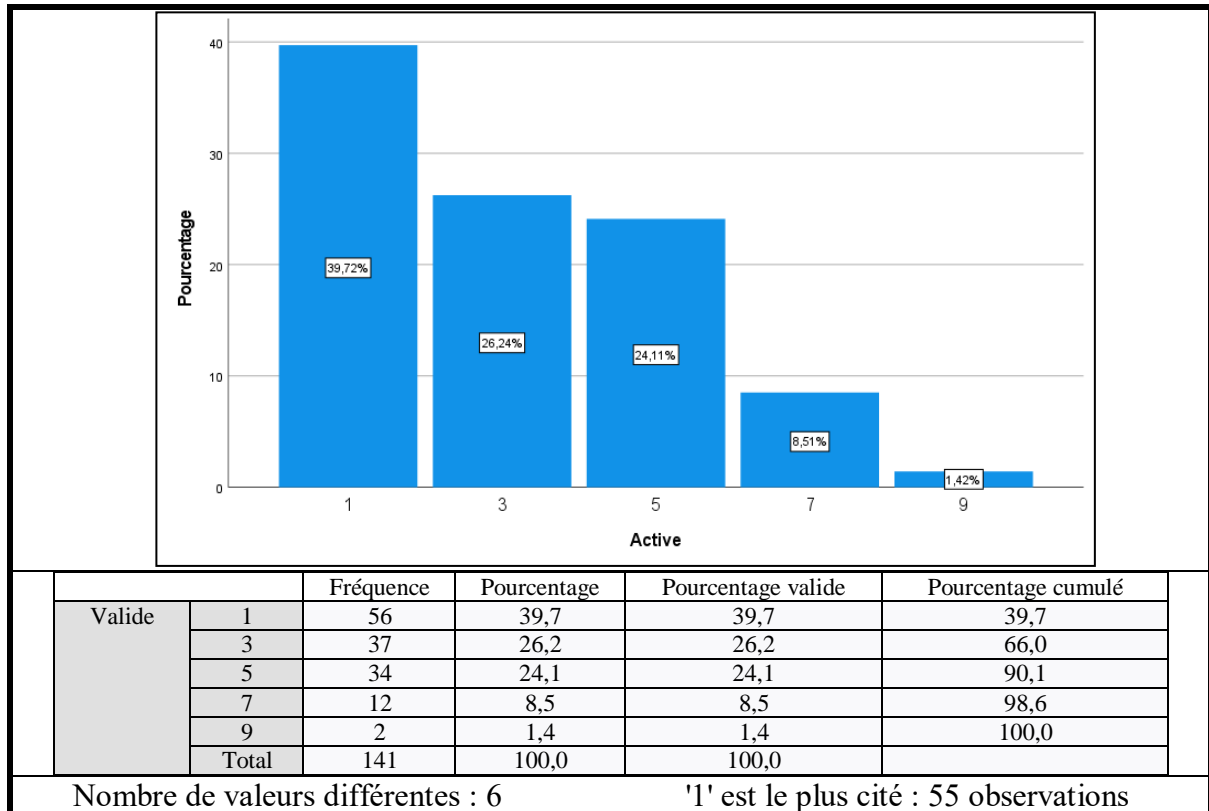


Figure 5.1 : Distribution des étudiants selon le style d'apprentissage Actif (source : l'auteur)

CHAPITRE 5 : ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

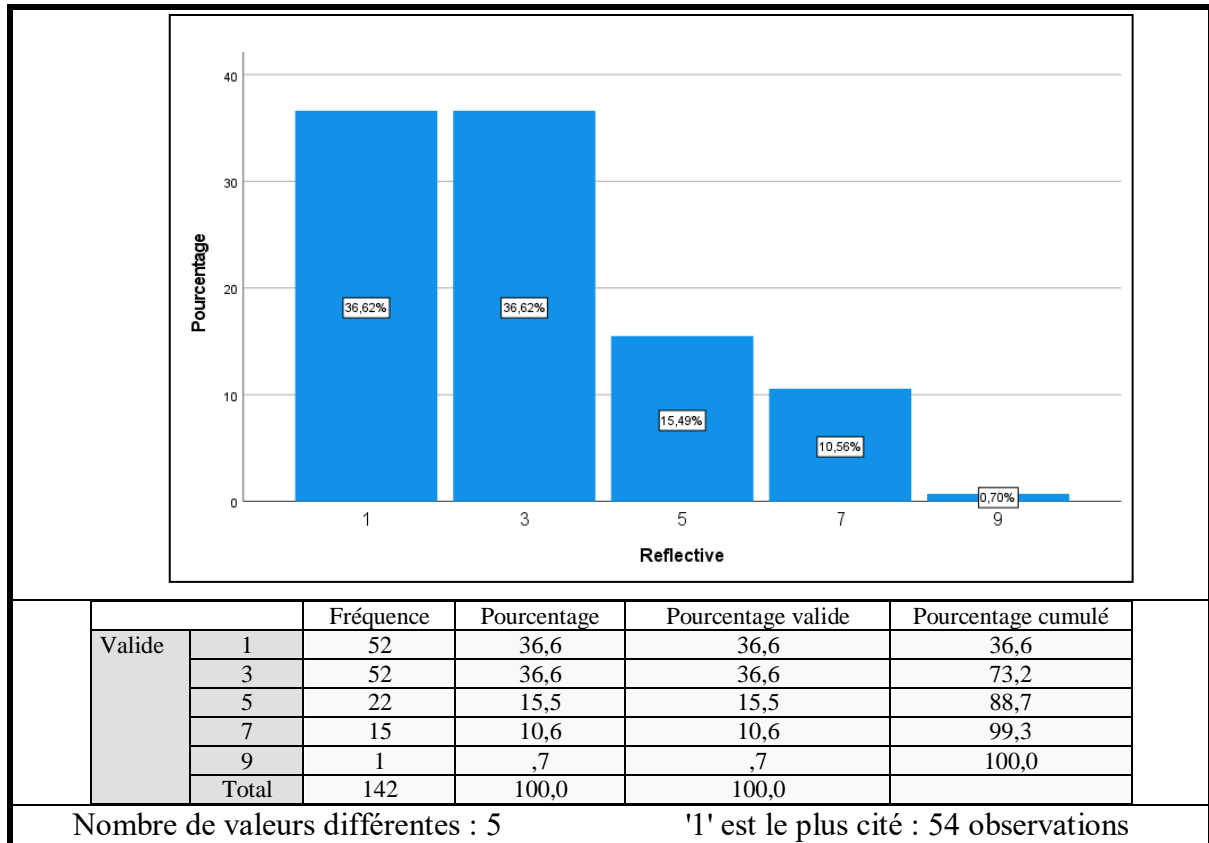


Figure 5.2 : Distribution des étudiants selon le style d'apprentissage Réfléchi (source : l'auteur)

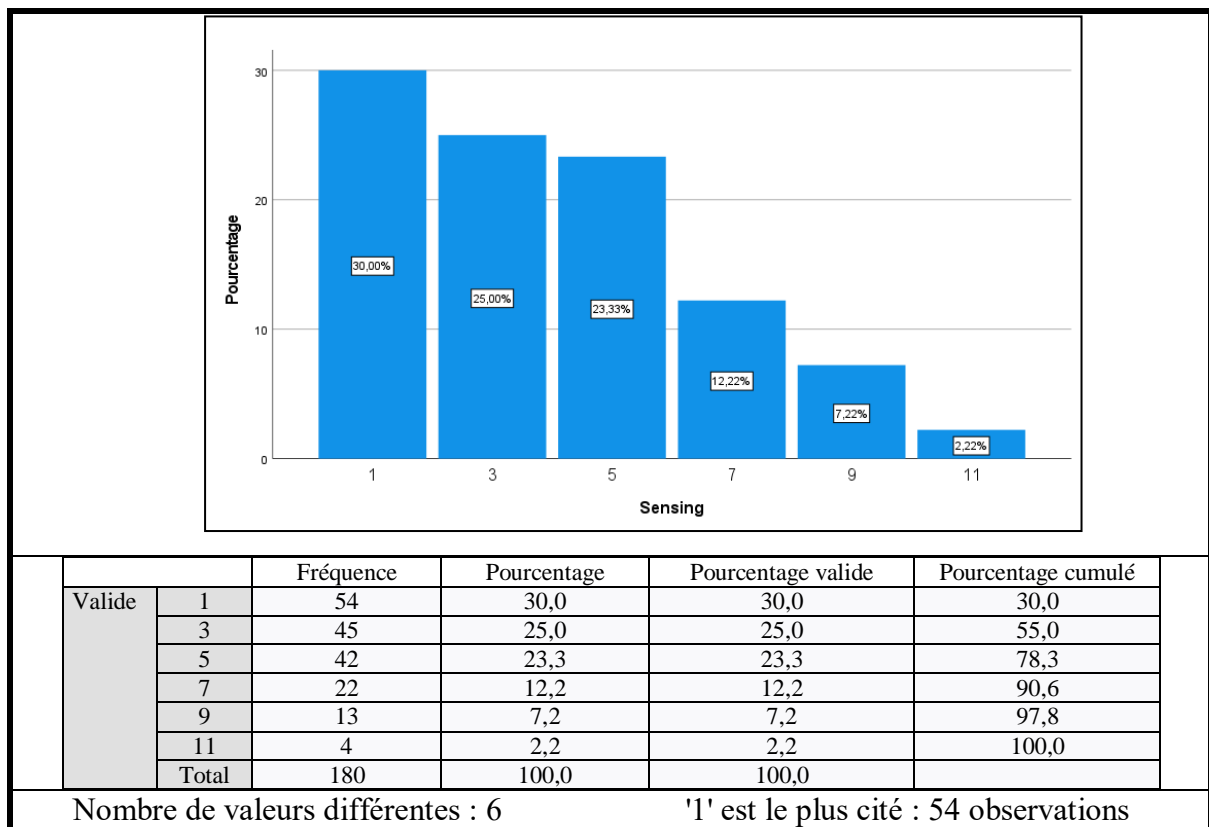


Figure 5.3 : Distribution des étudiants selon le style d'apprentissage Sensoriel (source : l'auteur)

CHAPITRE 5 : ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

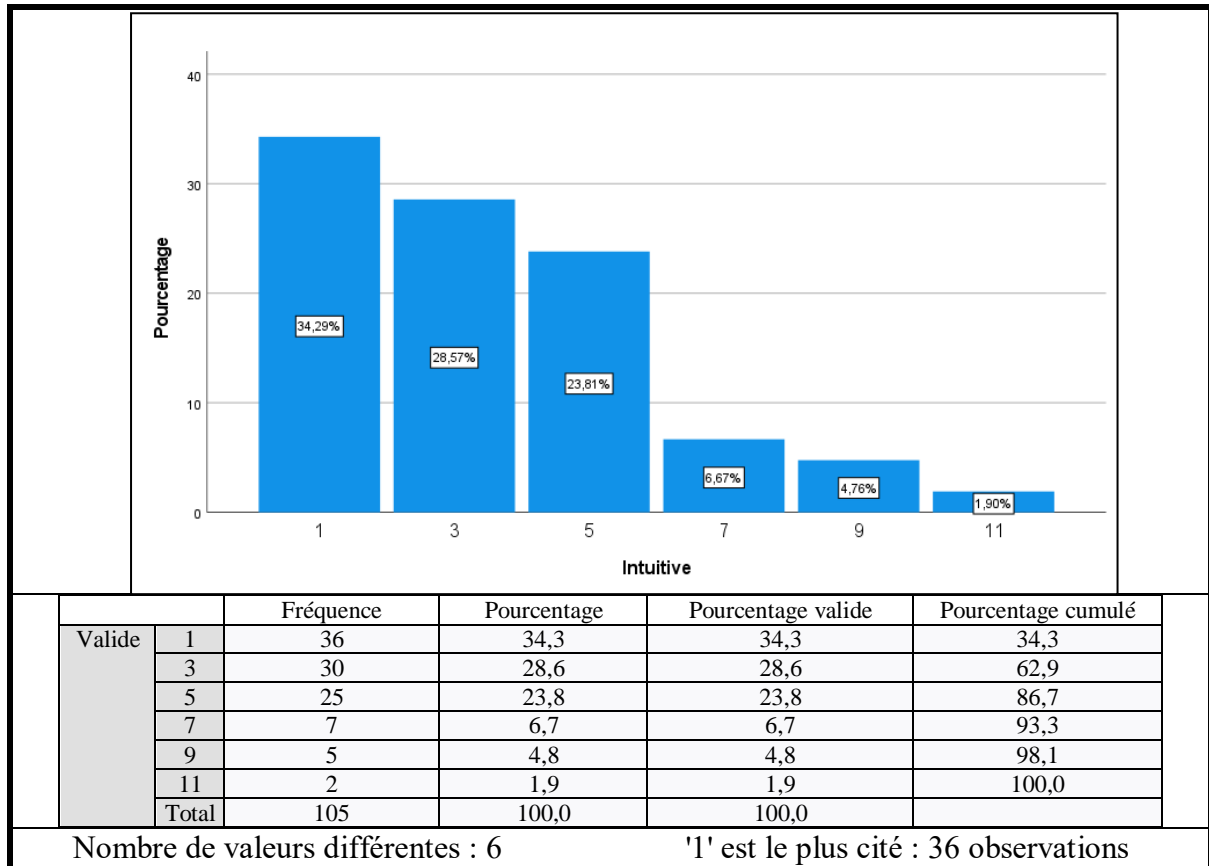


Figure 5.4 : Distribution des étudiants selon le style d'apprentissage Intuitif (source : l'auteur)

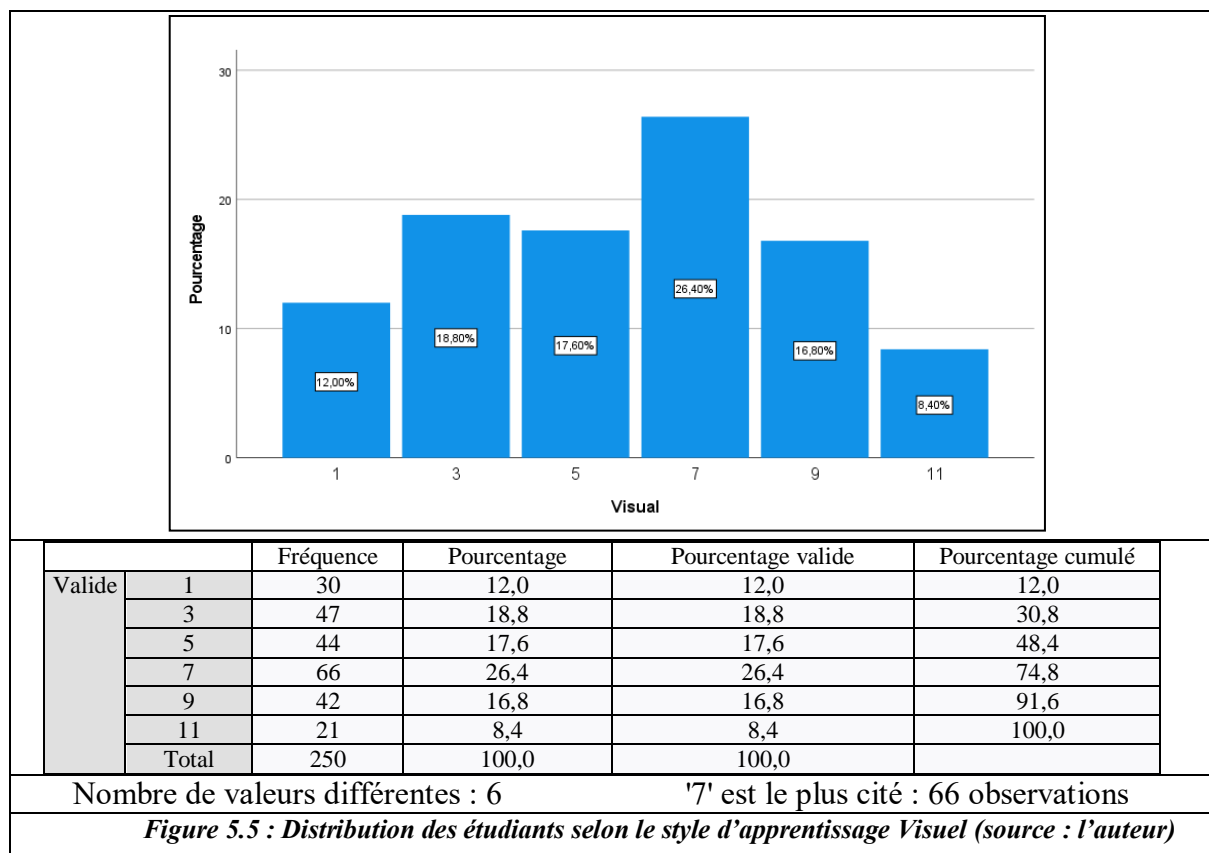


Figure 5.5 : Distribution des étudiants selon le style d'apprentissage Visuel (source : l'auteur)

CHAPITRE 5 : ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

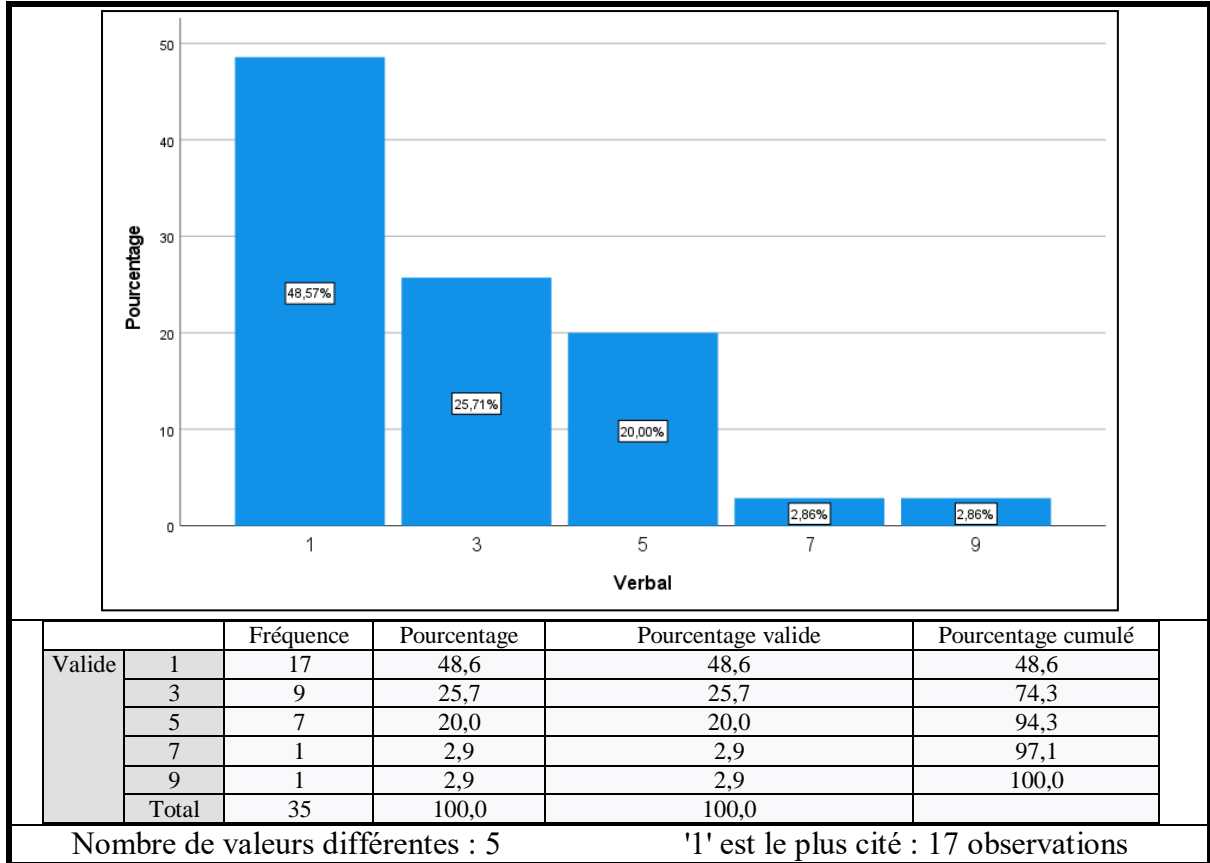


Figure 5.6 : Distribution des étudiants selon le style d'apprentissage Verbal (source : l'auteur)

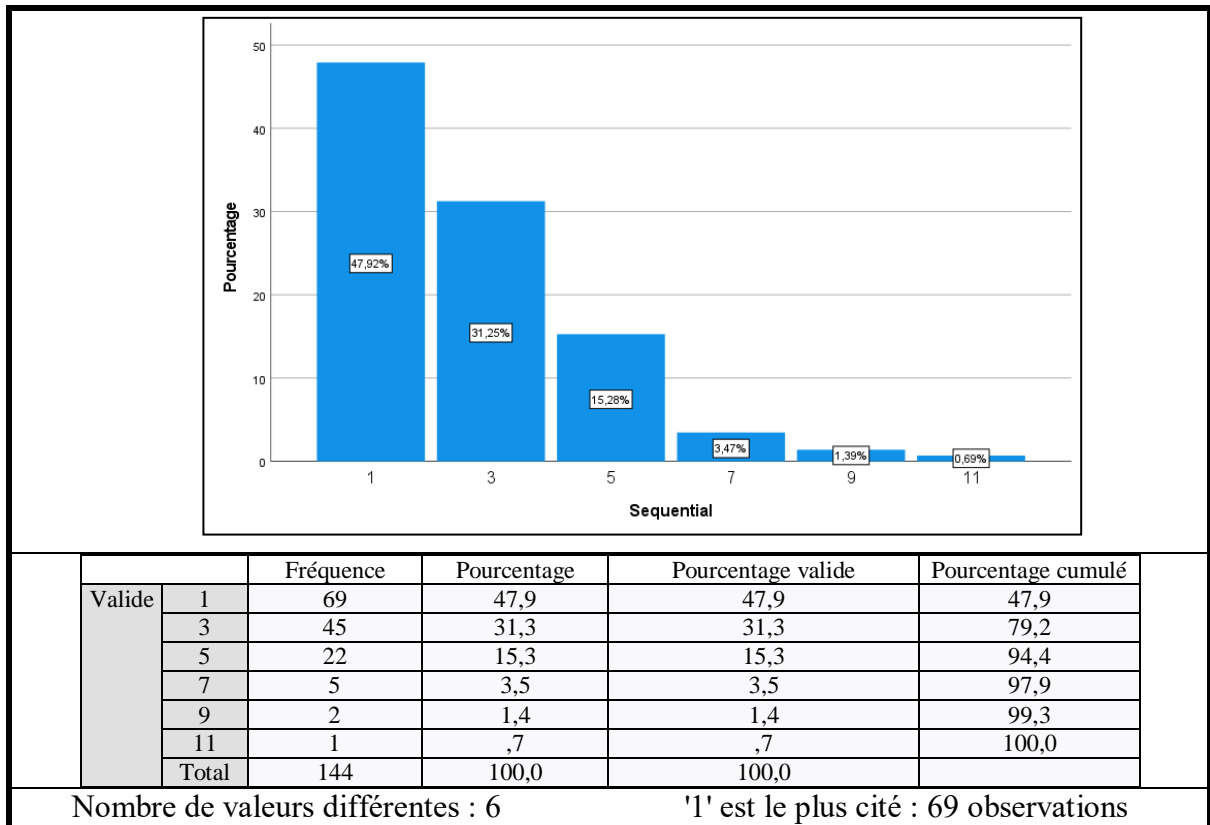


Figure 5.7 : Distribution des étudiants selon le style d'apprentissage Séquentiel (source : l'auteur)

CHAPITRE 5 : ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

Pour cette analyse, on s'est référé aux études similaires à notre étude (Demirkan, 2016 ; Fulani, 2019), pour effectuer le recodage des scores, avec des poids allant de 1 à 5 attribués à chaque catégorie.

Une préférence équilibrée / modérée / forte pour chaque catégorie est déterminée afin de spécifier la position des étudiants en architecture sur chaque échelle. Les poids allaient de 1 à l'extrême gauche à 5 à l'extrême droite (tableau 5.1).

Tableau 5.1 : Codification des degrés de préférence (Source : l'auteur)

Echelle	-11	-9	-7	-5	-3	-1	+1	+3	+5	+7	+9	+11
Préférence	Forte		Modérée		Equilibrée			Modérée		Forte		
Codage	1		2		3			4		5		

Dans un premier temps, on présentera, séparément les résultats de la répartition des styles d'apprentissage pour chaque échelle, sur quatre fiches synthèse (de la figure 5.8 à la figure 5.11) contenant :

- L'histogramme de la distribution des fréquences
- Le secteur de la distribution des pourcentages
- Le tableau des valeurs (fréquence et pourcentage)

Par la suite, et afin de faciliter la lecture et la comparaison, un histogramme et un tableau récapitulatif qui rassemblent les quatre échelles sera dressé (figure 5.12).

CHAPITRE 5 : ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

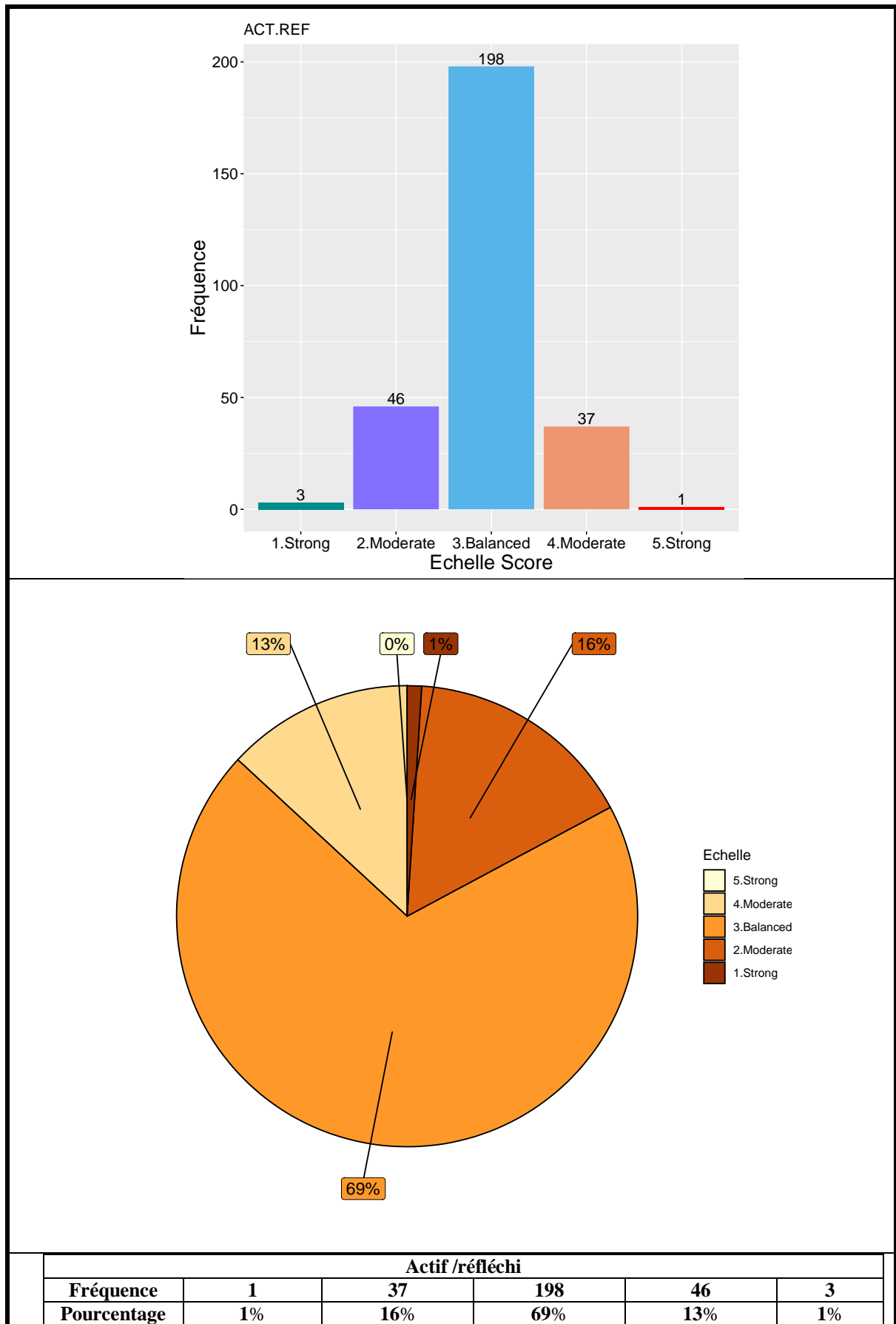


Figure 5.8 : Répartition des styles d'apprentissage pour l'échelle Actif/réfléchi (source : l'auteur)

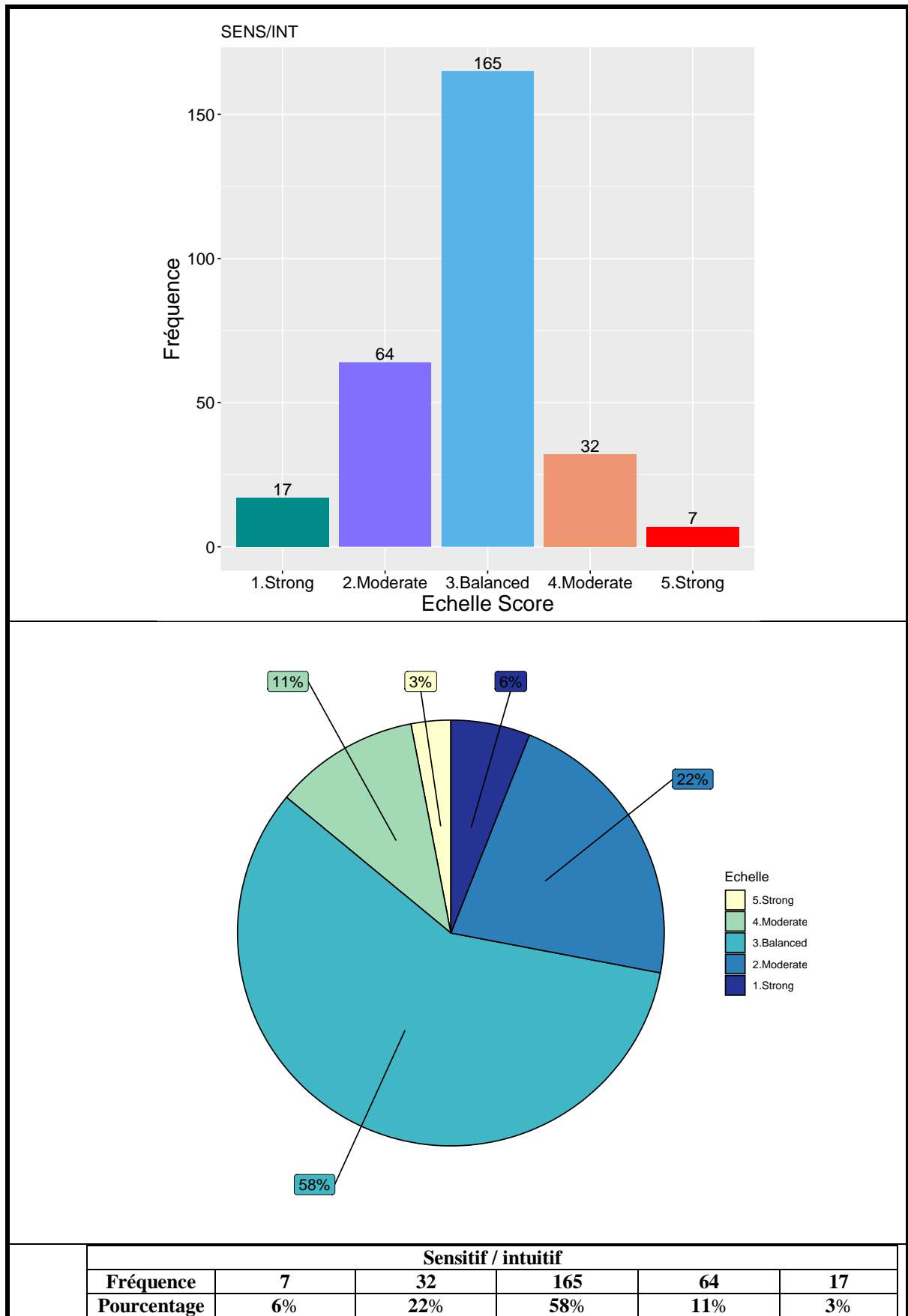


Figure 5.9 : Répartition des styles d'apprentissage pour l'échelle Sensoriel / intuitif (source : l'auteur)

CHAPITRE 5 : ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

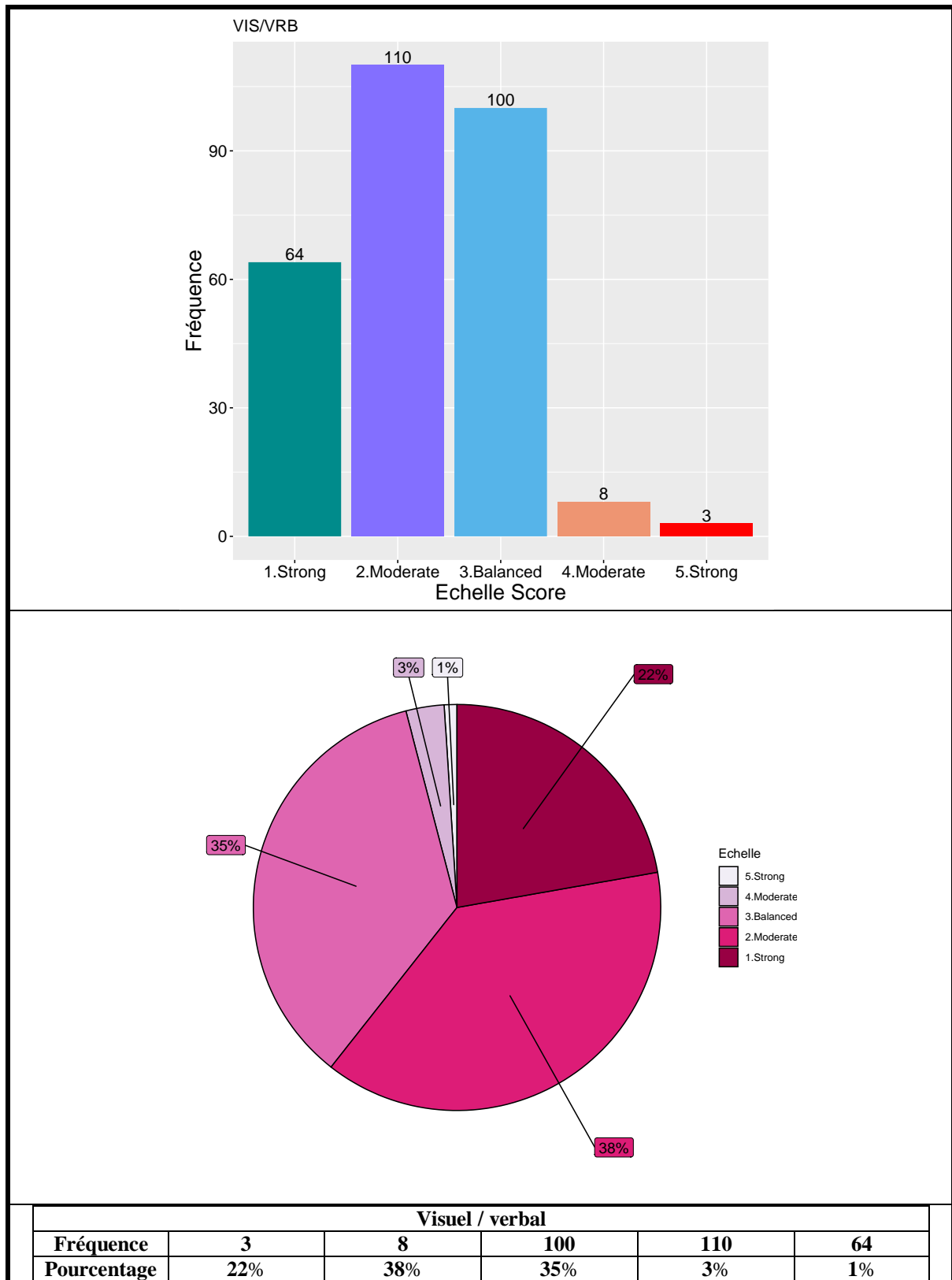


Figure 5.10 : Répartition des styles d'apprentissage pour l'échelle Visuel / verbal (source : l'auteur)

CHAPITRE 5 : ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

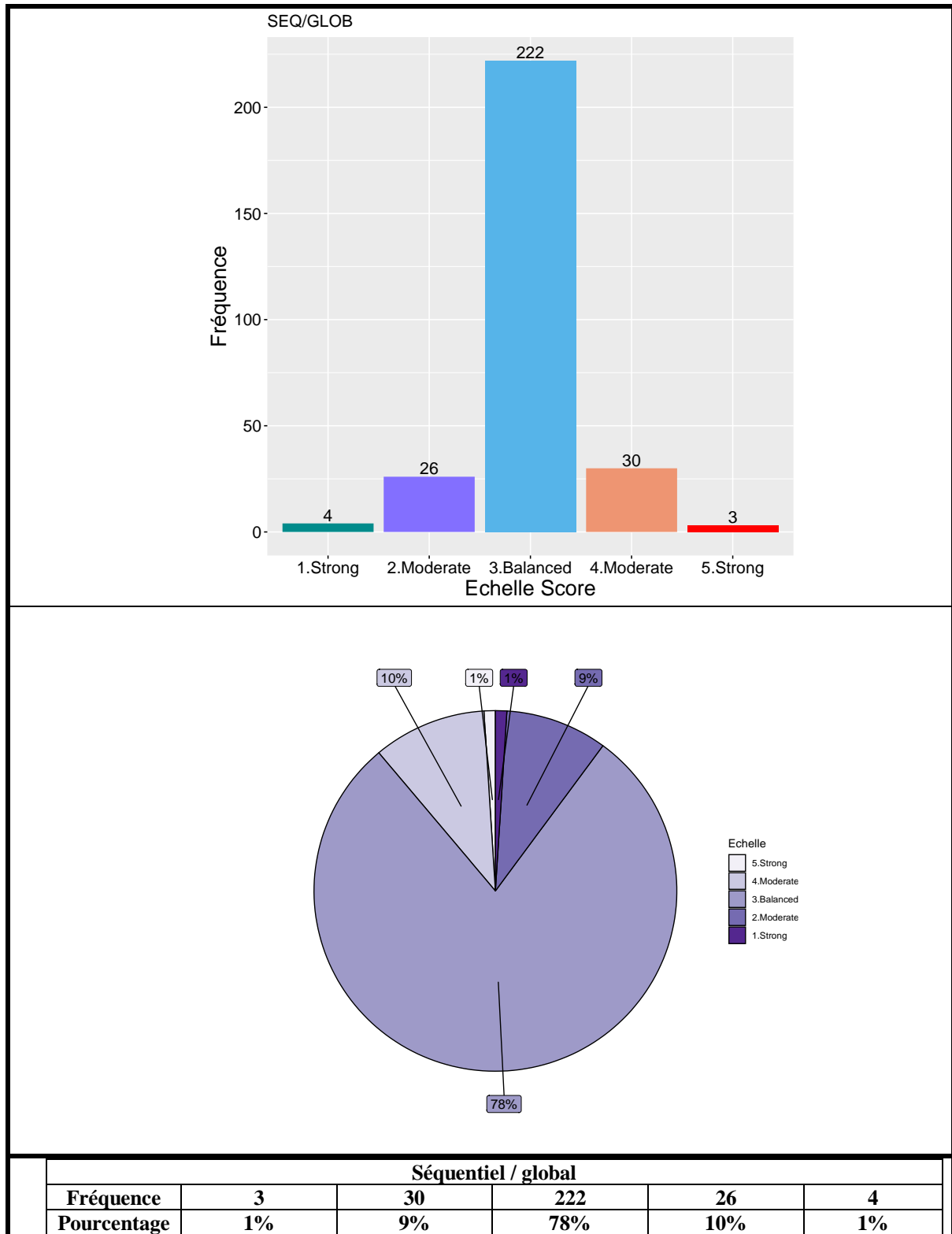


Figure 5.11 : Répartition des styles d'apprentissage pour l'échelle Séquentiel-Global (source : l'auteur)

CHAPITRE 5 : ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

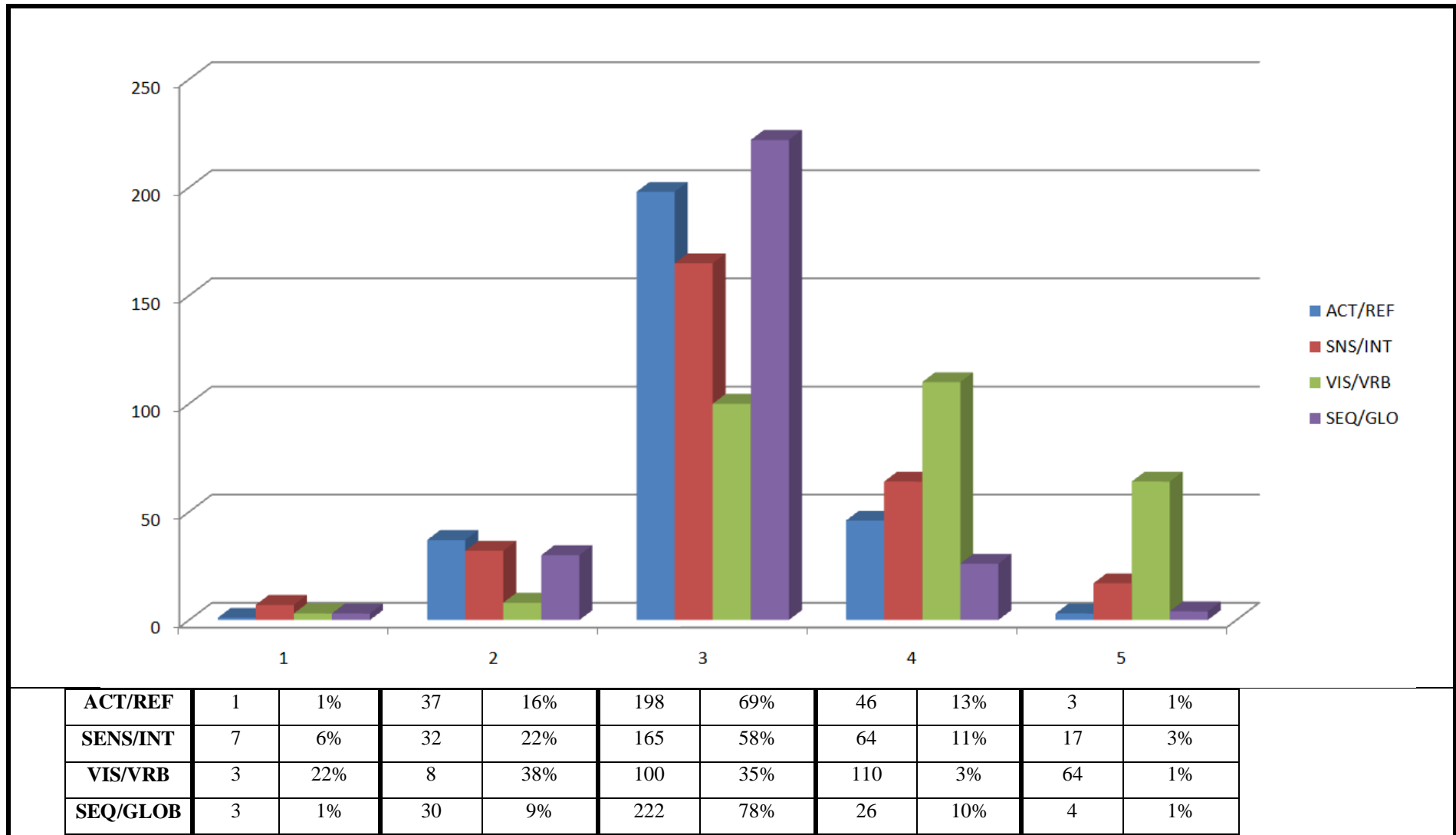


Figure 5.12 : Répartition des styles d'apprentissage pour les quatre échelles (source : l'auteur)

La distribution des styles d'apprentissage des étudiants selon les quatre échelles a démontré que :

Plus de la moitié des étudiants sont équilibrés sur les échelles :

- Actif/ Réfléchi (69%)
- Sensoriel / Intuitif (58 %)
- Séquentiel / Global (78 %)

Sur l'échelle visuel/ verbal, seulement 35 % étaient équilibrés et 60 % avaient une préférence forte et modérée pour la dimension visuelle de la sous-échelle.

1.2.1-Analyse et interprétation des résultats : Sur la distribution des échelles d'apprentissage

L'analyse de la distribution des échelles d'apprentissage dévoile que plus de la moitié des étudiants en architecture ont tendance à être équilibrés sur trois échelles : Actif/ Réfléchi (69%), Sensoriel / Intuitif (58 %), Séquentiel / Global (78 %).

Cependant, cette distribution ne s'applique pas sur l'échelle visuel/ verbal, car seul 35 % des d'entre eux sont équilibrés sur cette échelle, 60 % des étudiants ont une préférence forte et modérée pour la dimension visuelle, et seulement 5 % qui ont une préférence forte et modérée pour la dimension verbale.

Ces résultats convergent vers les résultats trouvés par Demirkan (2016), qui précisent que les étudiants en architecture sont équilibrés sur les échelles Actif/ Réfléchi (64%), Sensoriel / Intuitif (49 %), Séquentiel / Global (66 %), et que seulement 22 % étaient équilibrés sur l'échelle visuel/ verbal, avec 75 % des étudiants qui ont une préférence forte et modérée pour la dimension visuelle de la sous-échelle.

Ils convergent aussi vers ceux de Mostafa et Mostafa (2010) qui stipulent que 100 % des étudiants de deuxième année en architecture sont **visuels**, que 70 % de première année le sont aussi, et ils avancent aussi que 50% des étudiants de deuxième année sont **actifs** (50 % des scores entre 5 et 11 sur l'échelle d'apprentissage actif).

Des similitudes peuvent aussi être relevées avec les étudiants de Fulani et al (2016), avec des étudiants équilibrés sur l'échelle Actif/ Réfléchi (78%) et Sensoriel / Intuitif (76 %). Cependant, une différence peut être mentionnée sur la sous échelle Visuel/Verbal avec des étudiants équilibrés à 68 %, et sur la sous échelle Séquentiel / Global, avec une préférence forte et modérée pour la dimension séquentielle à 68 %.

A travers cette lecture, on peut constater que les étudiants en architecture sont plutôt équilibrés sur la perception de l'information, son traitement, et sa compréhension. L'entrée de l'information, quant à elle, fait tout de même exception par la préférence visuelle.

1.3-Moyennes et écarts type des échelles

Les scores moyens et les écarts types pertinents ont été déterminés pour chaque échelle (tableau 5.2).

Tableau 5.2 : Moyennes et écarts type (Source : l'auteur)

	Act-Ref	Sns-Int	Vis-Vrb	Seq-Glo
Moyenne	3,05	3,18	3,79	2,99
Médiane	3,00	3,00	4,00	3,00
Mode	3	3	4	3
Ecart type	,589	,802	,860	,544

Ces résultats nous permettent de constater que la moyenne :

- des apprenants actifs / réfléchis = 3,05
- des apprenants sensoriels / intuitifs = 3,18
- des apprenants visuels / verbaux = 3,79
- des apprenants séquentiels / globaux = 2,99

1.3.1-Analyse et interprétation des résultats : sur la préférence des échelles d'apprentissage

En approfondissant l'analyse des données, on a pu avoir les scores moyens pour les quatre échelles.

Les moyennes de trois échelles (Actif/ Réfléchi, Sensoriel / Intuitif, Visuel/ Verbal) sont supérieures à 3, ce qui indique une préférence pour les dimensions :

- **Active**
- **Sensorielle**
- **Visuelle**

La moyenne des apprenants séquentiels / globaux, quant à elle est inférieure à 3, ce qui signifie que les étudiants ont généralement une préférence pour la dimension :

- **Globale**

La recherche de Demirkan (2016) révèle exactement les mêmes préférences chez les étudiants, à savoir : **active, sensorielle, visuelle, et globale** (Actif/ Réfléchi 3,06, Sensoriel / Intuitif 3,12, visuel/ verbal 3,12, et séquentiel/global 2,89).

Pour Fulani et al (2016), les scores moyens pour l'échelle Actif/ Réfléchi sont de 2,90, pour Sensoriel / Intuitif de 3,08, pour le visuel/ verbal de 3,36 et pour le séquentiel / global de 3,94. Cela indique que les étudiants ont généralement une préférence pour les dimensions **réflexive, sensorielle, visuelle et séquentielle**.

Mostafa et Mostafa (2010), n'ont pas présenté les résultats de leurs moyennes pour pouvoir les comparer avec nos résultats, mais ils ont exprimé les préférences de leurs étudiants pour les dimensions **active et visuelle**.

Ces résultats mettent en évidence la préférence des étudiants en architecture pour les dimensions Active, Visuelle, Sensorielle et Globale. Des préférences qui sont aussi confirmées par de recherches similaires à la notre.

Dans la partie suivante, on tentera de discuter ces résultats, de trouver un sens à ces orientations, et de lier ces préférences aux approches pédagogiques qui peuvent convenir aux apprenants de chaque échelle.

1.4-Tests statistiques

Des tests statistiques ont été appliqués afin de répondre à trois interrogations :

- La dépendance entre les styles d'apprentissage et le degré de préférence (forte, modérée, équilibrée).
- L'application de cette dépendance sur chaque échelle des styles d'apprentissage.
- Le lien entre les degrés de préférence.

1.4.1-Test d'indépendance du khi-deux et de Fisher

Afin de représenter la dépendance entre les styles d'apprentissage et le degré de préférence (forte, modérée, équilibrée), on a utilisé deux tests statistiques :

- Le test de Khi-carré ou Khi Deux
- Le test exact de Fisher

Avant de présenter les résultats de ces tests (tableau 5.3), nous afficherons le tableau de contingence avec deux entrées et le graphe qui illustre ce tableau (figure 5.13).

Rappelons juste que la valeur du *p-value* (ou *p-valeur*) dans un test statistique, est la probabilité pour un modèle statistique donné sous l'hypothèse nulle d'obtenir une valeur au moins aussi extrême que celle observée. L'usage de la valeur-p est courant dans de nombreux domaines de recherche comme la physique, la psychologie, l'économie et les sciences. La valeur-p est utilisée pour quantifier la significativité statistique d'un résultat dans le cadre d'une hypothèse nulle.

CHAPITRE 5 : ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

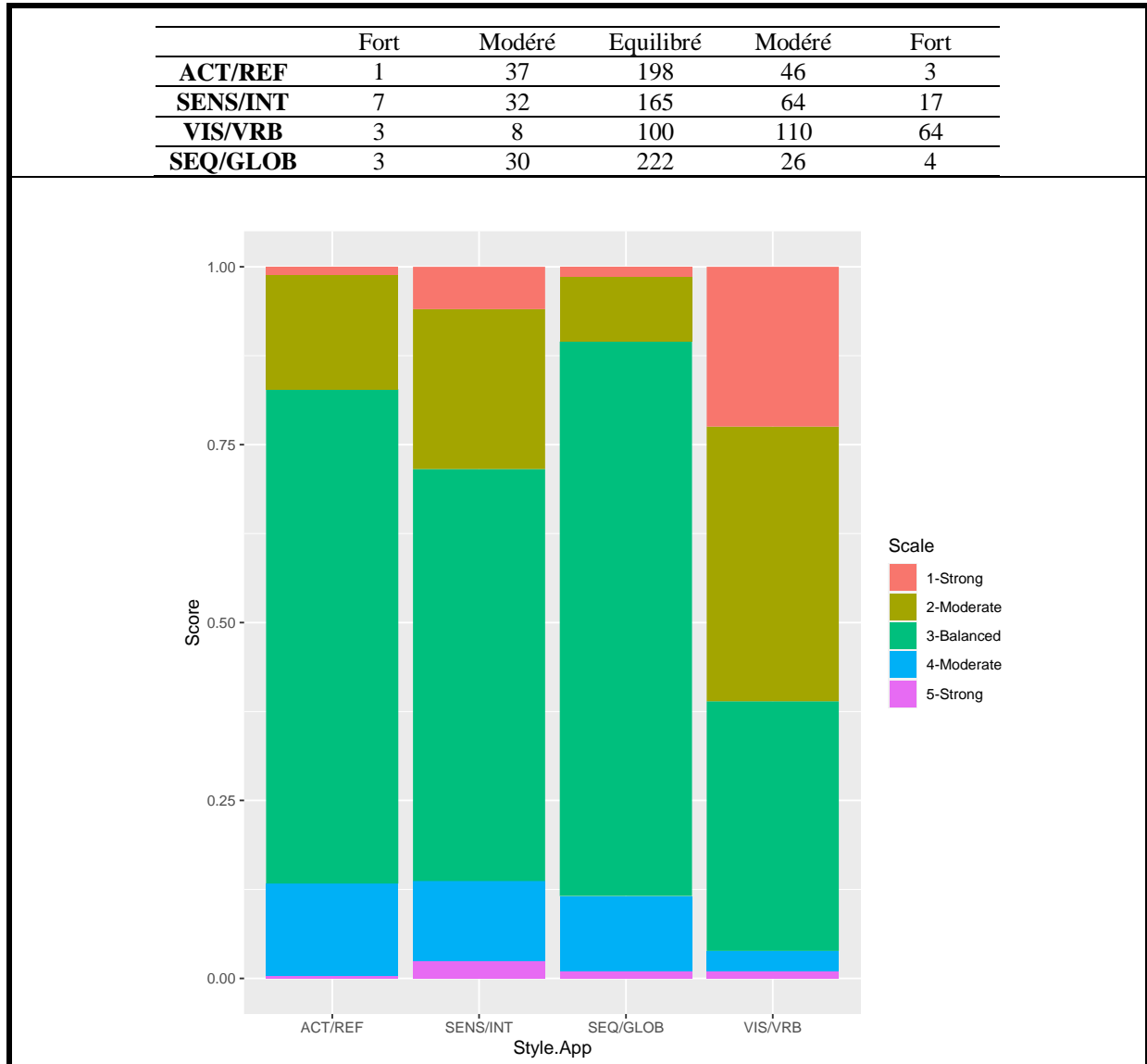


Figure 5.13 : tableau de contingence et son graphe (source l'auteur)

Tableau 5.3 : Résultats du test Khi deux et du test exact de Fisher (Source : l'auteur)

Test statistique	Valeur du test
Test de Khi-carré ou Khi Deux	$X\text{-squared ou } \chi^2 = 248.22, p\text{-value} = 0$
Test exact de Fisher	$p\text{-value} = 0.0005$

1.4.2-Test d'ajustement du khi-deux

Dans le but de vérifier si la dépendance entre les styles d'apprentissage et le degré de préférence (forte, modérée, équilibrée) s'applique sur chaque échelle des styles d'apprentissage, le test d'ajustement du Khi-deux a été appliqué sur chaque échelle. Les résultats sont représentés sur le tableau suivant :

Tableau 5.4 : Résultats du test d'ajustement pour les quatre échelles de l'ILS (Source : l'auteur)

	Fort	Modéré	Equilibré	Modéré	Fort
ACT/REF	1	37	198	46	3
Test d'ajustement du khi-deux	data: c(1, 37, 198, 46, 3) $\chi^2 = 464.11$, df = 4, p-value < 2.2×10^{-16} (donc $p=0$)				
SENS/INT	7	32	165	64	17
Test d'ajustement du khi-deux	data: c(7, 32, 165, 64, 17) $\chi^2 = 288.39$, df = 4, p-value < 2.2×10^{-16}				
VIS/VRB	3	8	100	110	64
Test d'ajustement du khi-deux	data: c(3, 8, 100, 110, 64) $\chi^2 = 175.86$, df = 4, p-value < 2.2×10^{-16}				
SEQ/GLOB	3	30	222	26	4
Test d'ajustement du khi-deux	data: c(3, 30, 222, 26, 4) $\chi^2 = 607.72$, df = 4, p-value < 2.2×10^{-16}				

1.4.3-Analyse de la corrélation

La corrélation est une mesure statistique qui exprime la notion de liaison linéaire entre deux variables. C'est un outil courant permettant de décrire des relations simples sans s'occuper de la cause et de l'effet. Le coefficient de corrélation varie de +1 à -1.

On définit une corrélation positive lorsque les deux ensembles varient dans le même sens. Dans le cas où les variables varient dans le sens opposé, on parlera de corrélation négative.

Le coefficient de corrélation non-paramétrique de Spearman a été calculé afin de trouver un lien entre les 5 classes de degré de préférence.

10 coefficients de corrélations ont été calculés pour les 5 variables (fort1, modéré1, équilibré, modéré2, fort2), et ce, en combinant à chaque fois 2 variables.

Les coefficients de corrélation non-paramétrique de Spearman ne se sont pas révélés significatifs entre les 5 classes de degré de préférence (corrélation positive), à l'exception du coefficient de corrélation entre Equilibré et Modéré 2 qui a une valeur $r = -1$ (valeur maximale).

	Fort 1	Modéré 1	Equilibré	Modéré 2	Fort2
ACT/REF	1	37	198	46	3
SENS/INT	7	32	165	64	17
VIS/VRB	3	8	100	110	64
SEQ/GLOB	3	30	222	26	4

1.4.4-Analyse et interprétation des résultats : sur le degré de préférence dans les styles d'apprentissage

- *Test d'indépendance du khi-deux et de Fisher*

Réaliser un test d'indépendance nécessite deux variables et deux hypothèses. Dans notre recherche les deux variables sont :

- Le degré de préférence
- Le style d'apprentissage

Et les deux hypothèses sont :

- H_0 : les variables sont indépendantes (Hypothèse nulle)
- H_1 : les variables sont dépendantes (Hypothèse alternative)

Le test de Khi-carré ou Khi Deux (Pearson's Chi-squared test), apparaît être hautement plus significatif car $p < 0,05$.

Ceci rejette l'hypothèse H_0 et confirme l'hypothèse alternative H_1 . Autrement dit, ce test confirme qu'il existe une dépendance entre le degré de préférence et les styles d'apprentissage.

Le test exact de Fisher (équivalent du test de Khi-Deux), quant à lui, se montre hautement significatif car $p < 0,005$, ce qui rejette l'hypothèse H_0 et confirme l'hypothèse alternative H_1

Le résultat des deux tests affirme la dépendance entre les deux variables, en d'autres termes, le degré de préférence dépend du style d'apprentissage.

Ceci vient justifier l'utilisation du ILS de Felder dans cette recherche, et confirme que chaque style d'apprentissage a un profil de caractérisation qui est différent par rapport aux autres styles.

● ***Test d'ajustement du khi-deux***

Le test d'ajustement du khi-deux nécessite aussi deux hypothèses qui sont :

- H_0 : les variables sont indépendantes (Hypothèse nulle)
- H_1 : les variables sont dépendantes (Hypothèse alternative)

Ce test est appliqué pour chaque style d'apprentissage afin de vérifier qu'une variable qualitative ou quantitative discrète mesurée dans une population suit une loi de probabilité théorique connue. Nos deux variables sont :

- Le degré de préférence

- Le style d'apprentissage de chaque échelle à part

Tableau 5.5 : Résultats du test d'ajustement pour les quatre échelles de l'ILS (Source : l'auteur)

ACT/REF	On rejette H_0 et on peut conclure avec un niveau de 5% que le degré de préférence n'est pas équilibré dans les 5 catégories analysées (5-Fort,4-Modéré,3-Equilibré,2-Modéré et 1-Fort) pour le style ACT/REF.
SENS/INT	On rejette H_0 et on peut conclure avec un niveau de 5% que le degré de préférence n'est pas équilibré dans les 5 catégories analysées (5-Fort,4-Modéré,3-Equilibré,2-Modéré et 1-Fort) pour le style SENS/INT.
VIS/VRB	On rejette H_0 et on peut conclure avec un niveau de 5% que le degré de préférence n'est pas équilibré dans les 5 catégories analysées (5-Fort,4-Modéré,3-Equilibré,2-Modéré et 1-Fort) pour le style VIS/VRB.
SEQ/GLOB	On rejette H_0 et on peut conclure avec un niveau de 5% que le degré de préférence n'est pas équilibré dans les 5 catégories analysées (5-Fort,4-Modéré,3-Equilibré,2-Modéré et 1-Fort) pour le style SEQ/GLOB.

Etant donné que le test d'ajustement du khi-deux permet de vérifier qu'une variable qualitative ou quantitative discrète mesurée dans une population suit une loi de probabilité théorique connue, nos valeurs du khi-deux, qui sont significatifs, confirme que les scores qui ont été enregistrés ne sont pas aléatoires.

Ces scores reflètent une information importante qui a une relation directe avec la problématique de notre thèse et nos objectifs.

Autrement dit, cela prouve que nos données sont structurées, et qu'elles dégagent des résultats qui pourraient expliquer le comportement des étudiants vis-à-vis des 4 styles d'apprentissage. Ceci donne plus de solidité et une meilleure pertinence à notre recherche.

- **Analyse de la corrélation**

L'unique corrélation négative illustrée par le coefficient de corrélation non-paramétrique de Spearman entre Equilibré et Modéré 2 ($r = -1$, valeur maximale) indique une relation inverse entre le degré de préférence Equilibré et le degré de préférence Modéré.

Cela signifie que lorsque le score est élevé dans la classe Equilibré ; il sera faible dans la classe Modéré 2, et vice versa. Ce résultat est valable pour l'ensemble des 4 styles d'apprentissage.

Si on examine la corrélation de l'échelle Modéré 2 pour chaque style d'apprentissage, on constatera que cela correspond à :

- Actif
- Sensorial
- Visuel
- Séquentiel

Ceci semble confirmer les résultats qu'on a trouvé auparavant, qui privilégie les dimensions : active, sensorielle et visuelle.

Il est aussi important d'insister sur l'égalité de distribution entre Equilibré et Modéré 2 pour la dimension Visuel-Verbal (100-110). Ceci est statistiquement significatif, et démontre que les étudiants qui ont choisi l'échelle équilibré ont hésité à choisir l'échelle modérée (visuel).

Ceci renforce encore plus les résultats trouvés auparavant, et confirme, encore une fois, la tendance des étudiants en architecture à préférer le mode visuel.

1.5-Discussion autour des préférences des échelles d'apprentissage

1.5.1-La dimension sensorielle pour percevoir l'information

Comme on l'a déjà précisé dans le chapitre sur les styles d'apprentissage, l'être humain est constamment bombardé d'informations provenant des sens et du subconscient. Il doit sélectionner les informations qui iront à la "mémoire de travail", et éliminer le reste. En faisant cette distinction, l'apprenant sensoriel (capteurs) favorise les informations qui arrivent par ses sens, et l'apprenant intuitif favorise les informations qui surgissent en interne par la mémoire, la réflexion et l'imagination (Felder,1993).

Les résultats de notre analyse montrent que les étudiants en architecture sont sensoriels, ils favorisent donc les informations qui arrivent par leurs sens. Ceci semble logique, car les étudiants en architecture ont tendance à être pratiques, à aimer les faits et les observations, à se plaindre des cours qui ne sont pas en lien avec le monde réel, et à relier ce qu'ils apprennent au monde réel.

Ces étudiants préfèrent apprendre par du matériel concret plutôt que des concepts et des théories, en apprenant ils préfèrent parler plutôt que de penser (Demirkan, 2016). Ils sont plus réalistes, plus sensés et plus pratiques que les apprenants intuitifs (Graf et al, 2007).

Ils aiment résoudre des problèmes en utilisant des procédures bien établies, ne se soucient pas du travail minutieux et n'aiment pas les rebondissements ou les complications inattendus. Ils sont prudents mais peuvent être lents (Felder,1989).

- **Approche pédagogique pour la dimension sensorielle**

Les apprenants sensoriels ont tendance à obtenir des notes inférieures à celles des intuitifs dans les cours magistraux (Godleski et Edward, 1984), même s'ils ont autant de chances que les intuitifs de réussir dans des carrières scientifiques (Felder, 1993).

Les cours qui se concentrent sur les concepts abstraits, les théories et les formules, désavantagent les apprenants sensoriels. En effet, dans ce genre de cours, le processus peut être plus long pour un apprenant sensitif, qui doit traduire en images mentales concrètes le contenu pour le comprendre.

1.5.2-La dimension visuelle pour l'entrée de l'information

Les apprenants visuels obtiennent plus d'informations à partir d'images visuelles (images, diagrammes, graphiques, schémas, démonstrations) que de contenu verbal (mots écrits et parlés et formules mathématiques) (Barbe et Milone, 1981). Si quelque chose est simplement dite et non montrée aux apprenants visuels (par exemple dans un cours magistral), il y a de fortes chances qu'ils ne la retiennent pas (Felder, 1993).

Les résultats de nos analyses montrent que le canal d'entrée de l'information de nos étudiants est visuel. Étant donné que l'enseignement de l'architecture est principalement basé sur du matériel visuel, il n'est pas surprenant que les apprenants soient visuels. En effet, en tant qu'apprenants visuels, ils apprennent mieux en voyant des images, des diagrammes et des vidéos. Le souvenir et la reconnaissance d'informations antérieures se produisent également sous forme d'images visuelles dans leur esprit. De plus, ils préfèrent les méthodes d'enseignement qui présentent des informations visuelles plutôt que des explications textuelles ou verbales (Demirkan, 2016).

Mostafa et Mostafa (2010) ont relevé des résultats similaires aux nôtres. Ils affirment que cette répartition confirme que les étudiants en architecture sont principalement de meilleurs apprenants visuels que les autres étudiants, et que leurs compétences d'apprentissage visuel augmentent à mesure qu'ils progressent dans leurs formations. Ils certifient aussi que cette tendance visuelle est observée particulièrement lorsque l'enquête pour déterminer les styles d'apprentissage est menée dans l'atelier de conception, un atelier qui applique d'avantage l'apprentissage visuel au processus de conception.

Ce que Mostafa et Mostafa (2010) avancent, est confirmé par Harvey (2004), qui a démontré que les styles d'apprentissage ne sont pas absolus ou permanents, mais plutôt sujets au développement et au changement, et par Smith et Dalton (2005) qui ont démontré que les styles d'apprentissage peuvent changer selon la matière enseignée.

- **Approche pédagogique pour la dimension visuelle**

Les informations présentées dans la majorité des cours magistraux sont verbales, tandis que la plupart des gens (du moins dans les cultures occidentales) et vraisemblablement la plupart des étudiants des cours de sciences sont des apprenants visuels (Barbe et Milone, 1981).

On observe un déséquilibre entre la nature des cours et le style d'apprentissage des étudiants, car ces cours magistraux sont généralement présentés avec des mots et des formules écrits ou cités dans les textes et au tableau. Des diagrammes et des graphiques peuvent se glisser dans ces cours, mais ceux sont les mots, cités ou écrits qui dominent dans ces cours.

Les professeurs ne devraient pas donc être surpris lorsque bon nombre de leurs étudiants ne peuvent pas reproduire les informations qui leur ont été présentées peu de temps auparavant. Elles ont peut-être été exprimées, mais elles n'ont jamais été vues.

1.5.3-La dimension active pour le traitement de l'information

Comme mentionné précédemment, les apprenants actifs ont tendance à apprendre en faisant quelque chose d'actif (en essayant des choses), les apprenants réfléchis font beaucoup plus leur traitement de manière introspective, réfléchissant aux choses avant de les essayer (Kolb, 1984).

Nos résultats mettent en évidence le traitement actif de l'information par les étudiants en architecture. Ces étudiants actifs préfèrent travailler en groupe, ont tendance à mieux comprendre et apprendre les informations en faisant quelque chose d'actif, comme discuter ou appliquer le matériel dans un cours, et mémorisent mieux l'information par la pratique (en faisant). Ce sont donc des pratiques courantes dans l'enseignement de l'architecture, et de l'atelier de conception en particulier.

Dans leur recherche, Mostafa et Mostafa (2010) confirment cette tendance d'apprenant actif chez les étudiants en architecture, et avancent que l'atelier de conception participe au déplacement des apprentissages des étudiants vers un mode plus actif.

- **Approche pédagogique pour la dimension active**

La recherche est assez claire sur la question de l'apprentissage actif et réflexif par rapport à l'apprentissage passif. Dans un certain nombre d'études comparant des cours centrés sur l'enseignant (cours magistral/démonstration) à des cours centrés sur l'apprenant (résolution de problèmes/discussion), les cours magistraux se sont avérés légèrement plus efficaces lorsque les étudiants étaient testés sur le rappel à court terme. Les environnements actifs étaient meilleurs lorsque les critères d'évaluation impliquaient la compréhension, la mémorisation à long terme, la capacité générale de résolution de problèmes, l'attitude scientifique et l'intérêt

ultérieur pour le sujet. Des avantages substantiels sont également cités pour les méthodes d'enseignement qui offrent des opportunités de réflexion, comme donner aux étudiants du temps en classe pour rédiger de brefs résumés et formuler des questions écrites sur le contenu qui vient d'être présenté (Wilson, 1986).

Malheureusement, la plupart des cours magistraux ne sont pas fait pour les deux groupes : les apprenants actifs ne font jamais rien et les apprenants réfléchis n'ont jamais le temps de réfléchir, les étudiants dans ces cours sont donc endormis par leur passivité forcée (Felder, 1993). L'atelier de conception offre une bonne option pour un apprentissage actif en incitant les étudiants à basculer vers un mode plus actif.

1.5.4-La dimension Globale pour la compréhension des informations

Il est important de rappeler que les apprenants séquentiels absorbent les informations et acquièrent une compréhension du contenu en petits morceaux connectés ; les apprenants globaux assimilent des informations dans des fragments apparemment sans lien et parviennent à la compréhension par de grands sauts holistiques (Felder, 1993).

Nos résultats révèlent qu'en matière de compréhension des informations pertinentes, les étudiants en architecture sont des apprenants globaux. Ceci implique que ces étudiants travaillent plus de manière globale (tout ou rien), semblent être lents, et peuvent échouer dans leurs devoirs et examens jusqu'à ce qu'ils saisissent l'image globale, mais une fois qu'ils réussissent à avoir cette image globale, ils peuvent souvent voir des liens avec d'autres matières qui échappent aux apprenants séquentiels (Pask, 1988). Ces apprenants globaux utilisent une approche holistique de l'apprentissage et de la rédaction d'essais et acquièrent d'abord mieux des connaissances générales, et les décomposant en parties plus tard (Demirkan, 2016).

Ces résultats semblent confirmer par la recherche de Durling et al. (1996), qui constatent que les étudiants en design (design de produit, design d'intérieur, design graphique, design de mobilier et marketing du design) semblent généralement préférer un style d'enseignement flexible et global par rapport aux étudiants non-designers (chefs d'entreprise et ingénieurs en mécanique), qui penchent vers une approche plus séquentielle et structurée.

- **Approche pédagogique pour la dimension globale**

Avant que les apprenants globaux puissent maîtriser les détails d'un sujet, ils doivent comprendre comment le contenu présenté est lié à leurs connaissances et expériences antérieures, mais seuls des enseignants exceptionnels fournissent régulièrement des perspectives aussi larges sur leurs sujets. C'est ici que réside la difficulté d'enseigner à ce

type d'apprenant, car le rythme séquentiel qui domine les cours de façon générale, ne correspond pas au processus mental des apprenants globaux, et peut empêcher de talentueux apprenants globaux de devenir des chercheurs créatifs exceptionnels (Felder, 1990). En conséquence, de nombreux apprenants mondiaux qui ont le potentiel de devenir sont laissés pour compte parce que leurs processus mentaux ne leur permettent pas de suivre leurs cours.

II- Objectif spécifique n°2 : Proposer une stratégie pédagogique qui met en œuvre une approche expérientielle, et qui s'adapte aux styles d'apprentissage des étudiants en architecture

Comme cité précédemment, le deuxième volet de cette thèse consiste à proposer une stratégie pédagogique basée sur l'expérience pour enseigner la lumière naturelle en architecture. Cette stratégie pédagogique a été mise en application par des méthodes et des techniques basées sur un apprentissage expérientiel. Le fondement théorique et l'application de cette stratégie sont expliqués et détaillé dans le chapitre méthodologie.

A travers cette partie, nous vérifierons si le deuxième objectif spécifique de notre recherche est atteint, autrement dit, nous examinerons si la stratégie pédagogique expérientielle proposée s'adapte réellement aux styles d'apprentissage des étudiants en architecture.

1- Styles d'apprentissage des étudiants en architecture

On se basant sur une base de données qui permet d'avoir les fréquences et les pourcentages de chaque style d'apprentissage, on tentera de dévoiler les styles d'apprentissage des étudiants pour chaque dimension de l'ILS (figure 5.14).

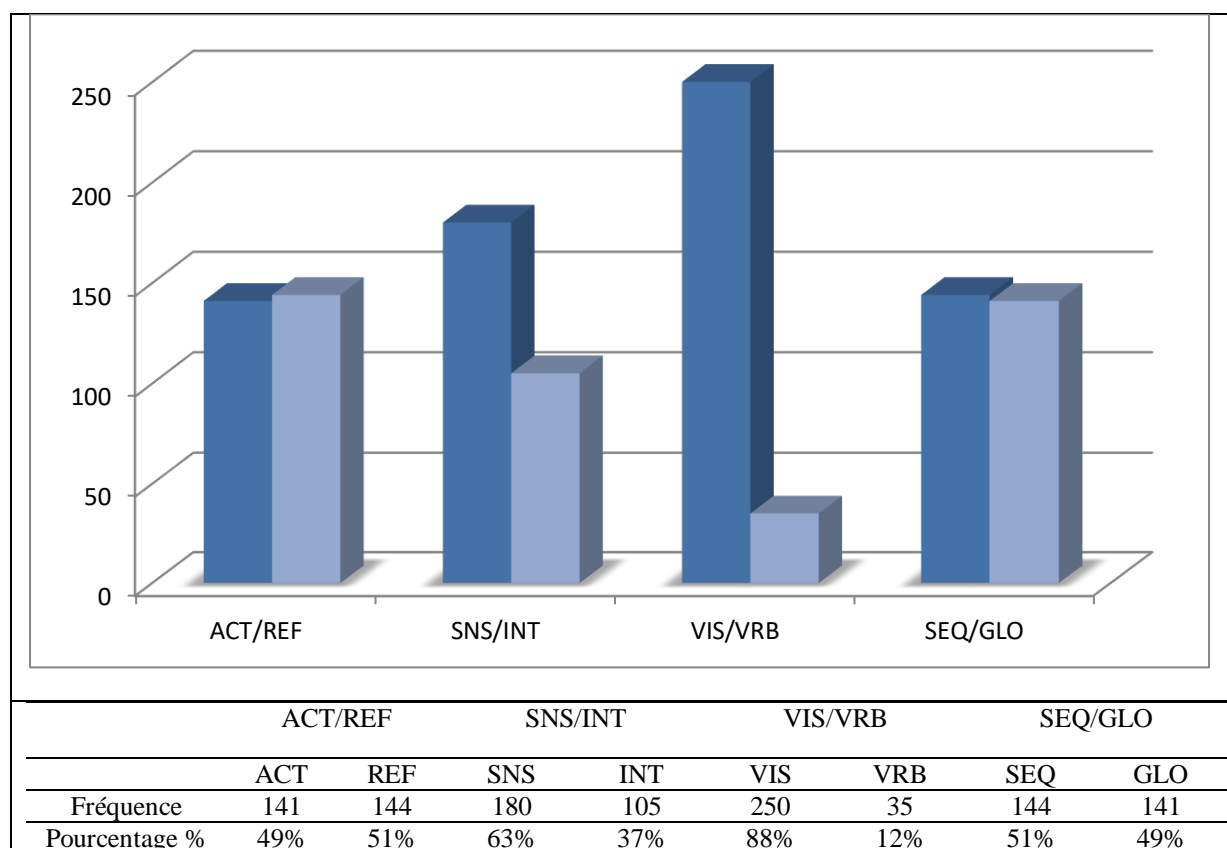


Figure 5.14: styles d'apprentissage des étudiants pour chaque dimension de l'ILS (source : l'auteur)

Le diagnostic de l'histogramme et du tableau ci-dessus, nous permet de constater que tous les styles d'apprentissage ont été trouvés chez les étudiants en architecture.

Ces résultats réconfortent ce que Nussbaumer (2001) a avancé dans ses recherches. En effet, Nussbaumer confirme que tous les styles d'apprentissage ont été trouvés chez les étudiants en architecture d'intérieur. Elle affirme aussi qu'à partir du moment que tous les styles d'apprentissage sont présents chez les étudiants, ces derniers doivent avoir une variété de compétences, et que l'enseignement doit s'adapter à tous les styles d'apprentissage.

Ces résultats nous permettent aussi de constater que le visuel est fort dominant dans les styles d'apprentissage des étudiants, un constat qui a été entériné dans des recherches sur les styles d'apprentissage des étudiants en architecture (Demirkan, 2016 ; Fulani et al, 2016 ; et Mostafa et Mostafa 2010).

En enchaînant avec ces résultats, il est important de rappeler que l'architecture et l'architecture d'intérieur font partie des métiers qui sont pluridisciplinaires et qui nécessitent des compétences variées. Les architectes et les designers d'intérieur doivent utiliser la pensée abstraite du cerveau gauche et la pensée concrète du cerveau droit. Ils doivent avoir la capacité d'imagination, des compétences analytiques, des compétences de prise de décision, et des compétences en gestion (Nussbaumer, 2001). Différents modes d'apprentissage se

retrouvent au sein des professions qui sont pluridisciplinaires et nécessitent des compétences diverses. C'est le cas pour l'architecture qui est un domaine pluridisciplinaire par excellence (Kolb, 1984).

2- Une stratégie pédagogique pour enseigner la lumière naturelle en architecture

Un enseignement pertinent de la lumière naturelle en architecture a nécessité une approche pédagogique adéquate qui met à exécution une stratégie pédagogique qui englobe une méthode et des techniques pédagogiques.

Cette partie tend à mettre en exergue notre stratégie pour enseigner la lumière naturelle en architecture, et ce, en levant le voile sur la méthode et les techniques pédagogiques octroyées pour réussir le processus d'enseignement, et s'adapter aux styles d'apprentissage des étudiants en architecture.

Mais avant de nous étaler, nous définirons trois concepts auxquels on fera recours. En effet, il est important de pouvoir différencier : **Stratégie pédagogique, Méthode pédagogique, et Technique pédagogique**

Une stratégie pédagogique se caractérise comme un « ensemble d'opérations qui, tenant compte des caractéristiques inhérentes aux composantes d'une situation pédagogique, vise l'atteinte d'objectifs pédagogiques » (Messier, 2014, p. 211).

Une méthode pédagogique correspond à une « stratégie pédagogique, validée empiriquement ou scientifiquement, connue et partagée sous une appellation distincte dans le cadre de la profession enseignante » (Messier, 2014, p. 215). L'apprentissage expérientiel en fait partie, tout comme l'enseignement explicite, l'apprentissage coopératif, l'apprentissage par projets, ...etc.

Une technique pédagogique est un « moyen pédagogique employé pour atteindre un ou des objectifs pédagogiques spécifiques dans le cadre d'une situation pédagogique » (Messier, 2014, p. 222), moyen qui peut être partie intégrante d'une méthode pédagogique. Par exemple, le jeu de rôles, le graffiti collectif et le travail en équipe peuvent être considérés comme des techniques pédagogiques.

En somme, le concept stratégie pédagogique est privilégié dans cette thèse principalement parce qu'il est générique pour les concepts de méthode pédagogique et technique pédagogique, c'est-à-dire parce qu'il englobe les deux autres.

2-1- Le modèle d'enseignement de McCarthy : un cadre théorique pour l'enseignement qui s'adapte à tous les styles d'apprentissage

Etant donné que les étudiants ne peuvent pas tous entrer dans une seule catégorie de styles d'apprentissage (Sims et Sims, 1995), et que tous les styles d'apprentissage ont été trouvés chez les étudiants en architecture, le recours au modèle d'enseignement 4MAT de McCarthy nous a semblé adéquat. En effet, l'application de ce modèle dans notre stratégie pédagogique, nous a permis de transformer le concept de styles d'apprentissage en stratégies éducatives. C'est ainsi qu'on a pu présenter des méthodes et des techniques d'enseignement basées sur l'expérience.

Tout comme McCarthy, nous croyons que l'enseignement devrait être conçu pour rendre les apprenants plus à l'aise dans leur propre style d'apprentissage, et nous proposons un apprentissage comme un processus en spirale dans lequel chaque leçon est présentée du point de vue des quatre styles accompagnée d'une hémisphéricité gauche / droite.

Dans notre approche, nous avons superposé l'hémisphéricité sur un modèle à quatre étapes qui a été développé à partir des travaux de Kolb, faisant ainsi de l'hémisphéricité un déterminant supplémentaire des différences individuelles comme le préconise McCarthy dans son modèle 4MAT.

2-2-Modification apportée par Nussbaumer dans le modèle 4Mat de McCarthy : un accent mis sur les activités du cerveau droit

Les résultats trouvés dans cette recherche ainsi que la revue de littérature, affirment tous que les étudiants en architecture sont majoritairement visuels. Mettre l'accent sur le visuel semble être une évidence dans l'enseignement de cette discipline, et faire l'entrée des informations par le canal visuel semble être inévitable si on veut réussir au mieux le processus d'enseignement-apprentissage. Ceci semble encore plus évident lorsqu'il s'agit de l'enseignement de la lumière naturelle, qui présente un paramètre environnemental, sensoriel, perceptible de façon visuelle.

Etant donné que le cerveau fonctionne comme deux cerveaux avec un cerveau droit qui reçoit toutes les informations et un cerveau gauche qui prend le contrôle, et étant donné que les personnes qui ont une dominance du cerveau droit pensent visuellement, et que les personnes qui ont une dominance du cerveau gauche pensent verbalement (Sperry, 1973), mettre l'accent sur les activités du cerveau droit dans notre approche pédagogique sonne comme une évidence.

C'est ainsi que notre intérêt s'est porté sur les recherches de Nussbaumer (2001), qui a développé un cadre théorique en se basant sur le système 4MAT et en mettant l'accent sur les

activités du cerveau droit. Elle a présenté un exemple d'application de ce cadre qui peut être utilisé pour enseigner un cours de design d'intérieur.

2-3-Mise en application du système 4MAT modifié par Nusbaumer : Présentation de notre stratégie pédagogique

L'application de notre approche expérientielle à l'aide du système 4MAT modifié par Nussbaumer a bien été détaillée dans le chapitre méthodologie. D'ailleurs, le tableau récapitulatif qui figure à la fin du chapitre méthodologie permet de bien cerner notre approche, et de suivre progressivement ces étapes.

On fera abstraction dans cette partie, mais on a jugé important de mettre en évidence la démarche avec laquelle nous avons concrètement appliqué les modifications de Nusbaumer dans notre enseignement de la lumière naturelle.

Le tableau 5.6 permet d'expliquer et de faire la synthèse de trois points importants :

- Le système 4MAT

Dans les colonnes de cette partie, les modes de saisie de l'expérience et les modes de transformation de l'expérience du système 4MAT seront présentés, ainsi que l'hémisphère du cerveau et les types d'activités.

- Les modifications de Nausbumer

Dans le deux colonnes de cette partie, on clarifiera les modifications apportées par Nusbumer sur l'hémisphère du cerveau et sur les types d'activités.

- Application

Cette dernière colonne relèvera les activités pédagogiques appliquées dans le cadre de l'enseignement de la lumière naturelle, en prenant en considération les modifications de Nusbumer sur le système 4MAT. Autrement dit, on présentera les instructions dans chacun des quatre quadrants du modèle, afin de créer un équilibre entre les deux cerveaux.

CHAPITRE 5 : ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

Tableau 5.6 : Mise en application du système 4MAT modifié par Nusbaumer (Source : l'auteur)

Quadrant	Etape	Système 4MAT			Modification Nusbaumer		Application
		Mode de saisie de l'expérience et mode de transformation de l'expérience	Hémisphère du cerveau	Type d'activité	Hémisphère du cerveau (Nausbumer)	Type d'activité (Nausbumer)	Activités
Quadrant 1	Etape 1	Expérience concrète	Droit	Activité visuelle et spatiale	Droit	Activité visuelle et spatiale	Visite Prise de photos
	Etape 2	Observation réflexive	Gauche	Activité verbale	Gauche + Inclure les activités du cerveau droit	Activité verbale	Présentation Réflexion collective (brainstorming)
+ Inclure une activité visuelle et spatiale						Exposer les expériences à l'aide de photos	
Quadrant 2	Etape 3	Observation réflexive	Droit	Activité visuelle et spatiale	Droit	Activité visuelle et spatiale	Mener des recherches bibliographiques Préparer une présentation (basée sur les photos) Soumettre un rapport de recherche
	Etape 4	Conceptualisation abstraite	Gauche	Activité verbale	Gauche + Inclure les activités du cerveau droit	Activité verbale + Inclure une activité visuelle et spatiale	Présentation de la synthèse par l'enseignant Présentation (basée sur les photos et les schémas)
Quadrant 3	Etape 5	Conceptualisation abstraite	Gauche	Activité verbale	Gauche + Inclure les activités du cerveau droit	Activité verbale	Exposer les maquettes
						+ Inclure une activité visuelle et spatiale	Réalisation des maquettes en carton Manipulation des maquettes Prise de photos Prendre les photos des maquettes des pairs
	Etape 6	Expérimentation active	Droit	Activité visuelle et spatiale	Droit	Activité visuelle et spatiale	Conception d'un espace architectural
Quadrant 4	Etape 7	Expérimentation active	Gauche	Activité verbale	Gauche + Inclure les activités du cerveau droit	Activité verbale	Organiser des discussions en petit groupe (enseignants et étudiants)
						+ Inclure une activité visuelle et spatiale	Discussions basées sur des photos, des schémas, et des croquis
	Etape 8	Expérience concrète	Droit	Activité visuelle et spatiale	Droit	Activité visuelle et spatiale	Exposer les projets (dossier graphiques, croquis d'ambiances lumineuses, images, maquettes, et photos) Organiser des discussions autour du projet

CHAPITRE 5 : ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

Deux schémas qui font la synthèse de notre stratégie pédagogique seront présentés, afin de comprendre son fonctionnement, saisir ses composantes, et faciliter sa compréhension.

Le premier schéma (figure 5.16) montre les liens hiérarchiques entre stratégie, méthode et technique pédagogiques. Elle énumère aussi les différentes techniques pédagogiques auxquelles on a eu recours dans cet enseignement. Cette représentation est inspirée par les liens hiérarchiques qui unissent les concepts employés dans le cadre de l'étude de Tremblay-Wragg (2018) dans le cadre de sa thèse de doctorat sur les stratégies pédagogiques diversifiées (figure 5.15).

Le deuxième schéma (figure 5.17) complète la lecture du première schéma (figure 5.16), et ce, en affinant un peu plus les techniques pédagogiques et en les organisant en catégories. Elle permet aussi de faire le lien entre la stratégie pédagogique déployée et les styles d'apprentissage dominants chez nos étudiants, à savoir **l'actif, le sensoriel, le visuel, et le global**.

Figure 5.15 : Les liens hiérarchiques qui unissent les concepts employés dans le cadre de l'étude de Tremblay-Wragg (Source : Tremblay-Wragg, 2018)

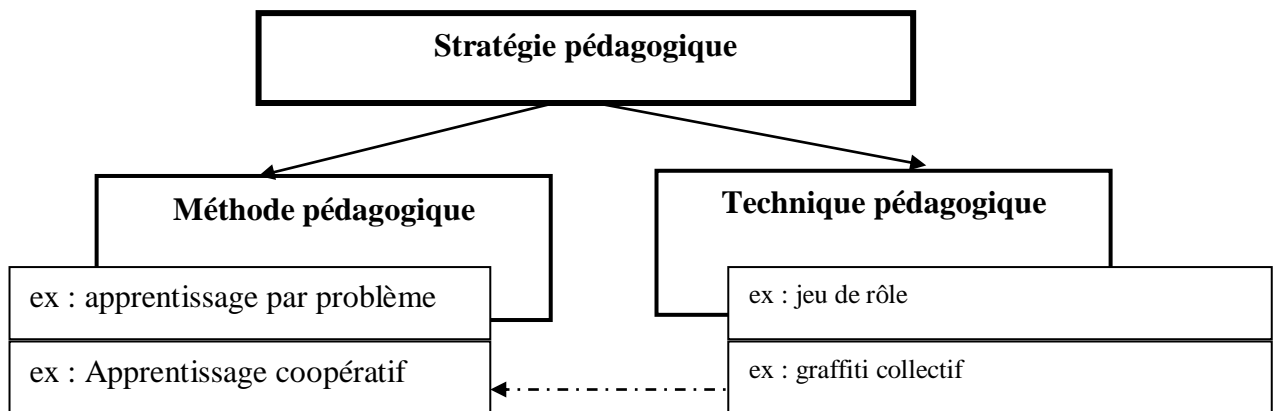
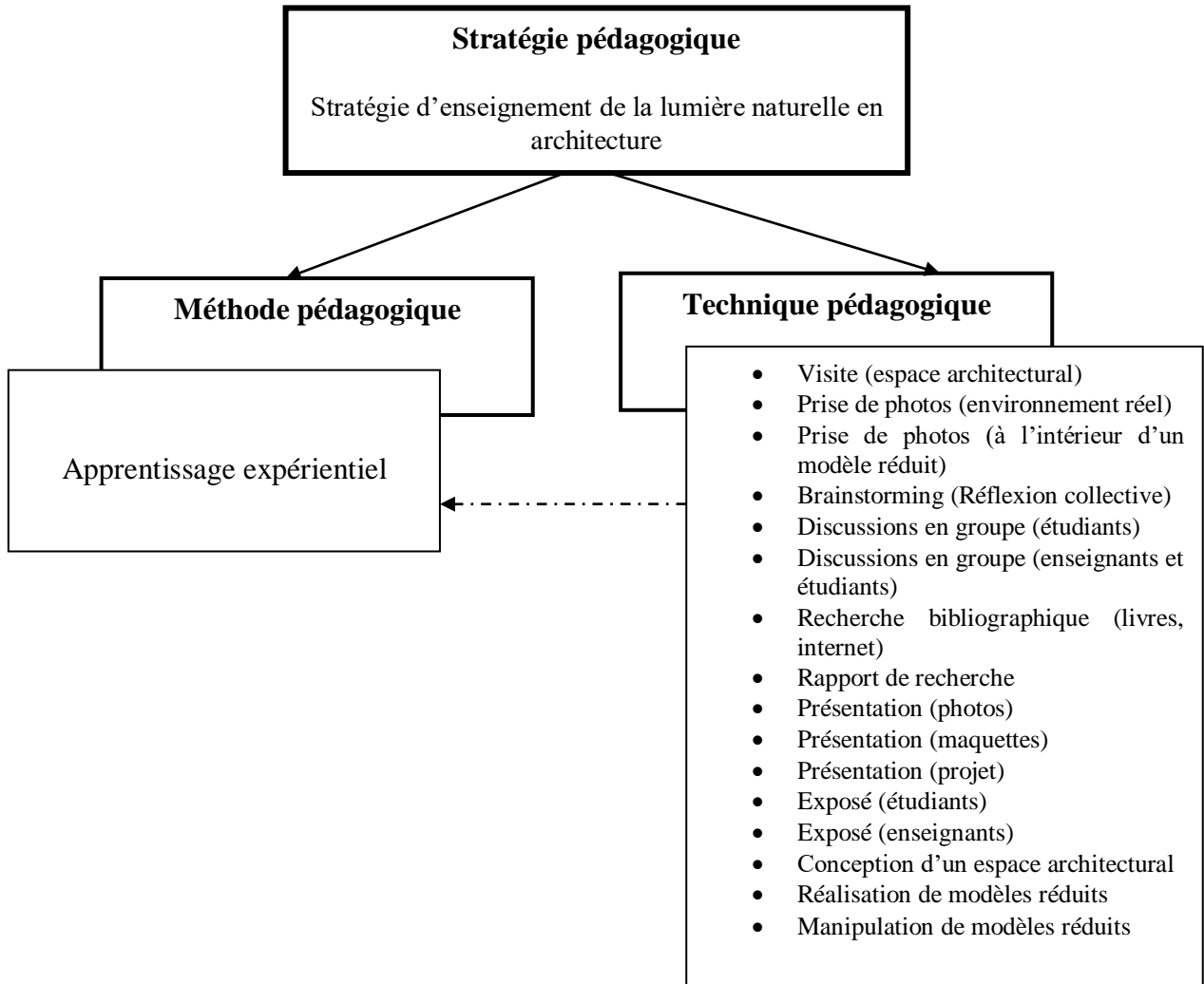


Figure 5.16 : Liens hiérarchiques entre stratégie, méthode et technique pédagogiques dans notre expérimentation (Source : l'auteur)



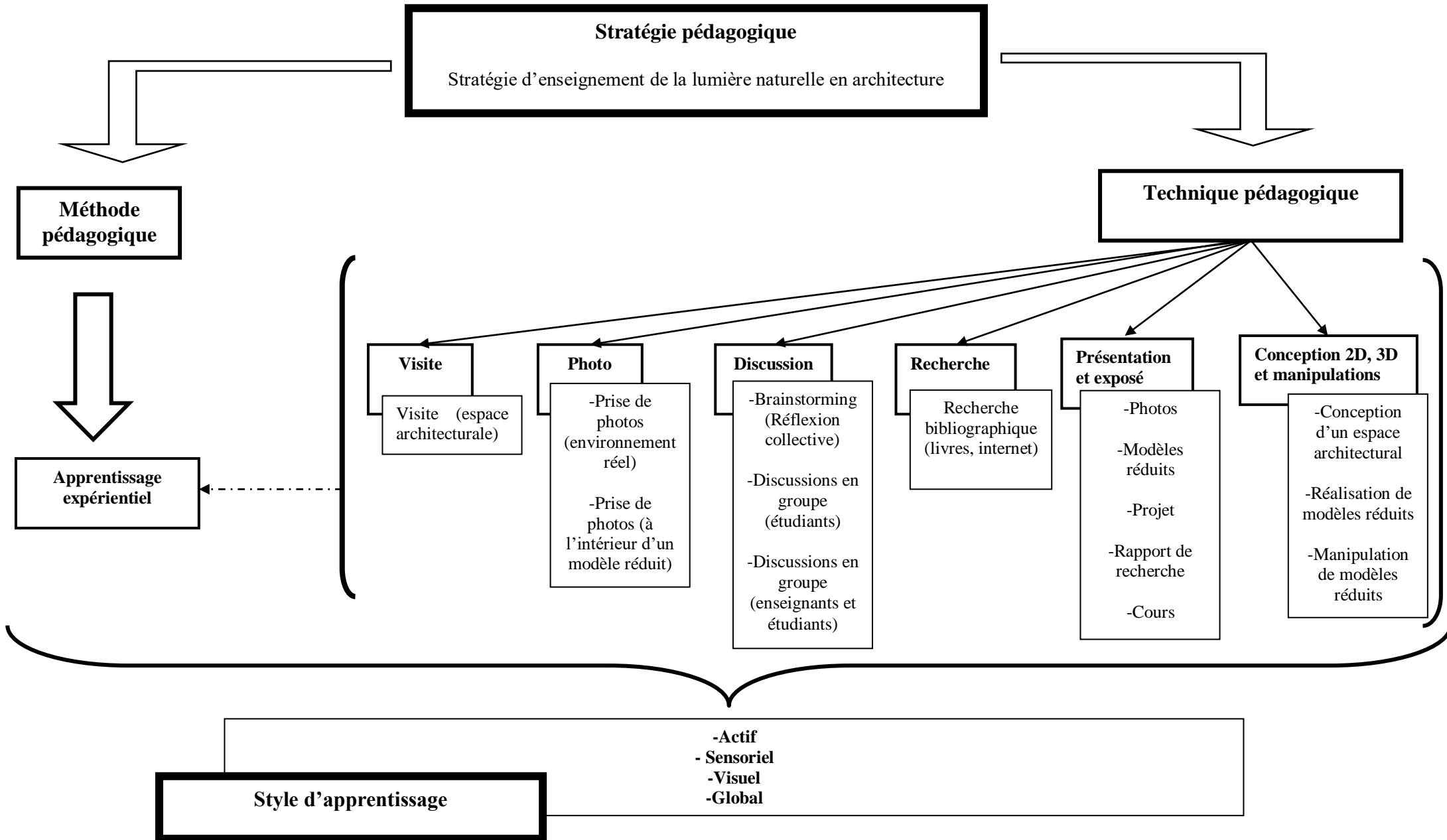


Figure 5.17: Stratégie pédagogique proposée pour l'enseignement de la lumière naturelle en architecture (Source : l'auteur)

CHAPITRE 5 : ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

Le tableau 5.6, la figure 5.16, et la figure 5.17 nous ont permis de faire une synthèse d'une stratégie pédagogique qui peut être appliquée dans les écoles d'architecture pour enseigner la lumière naturelle en architecture.

En effet, nous avons pu présenter ici, une stratégie pédagogique issue de l'application du système 4MAT, ce qu'il lui confère la possibilité de s'adapter aux différents styles d'apprentissage. Une stratégie pédagogique basée sur un apprentissage expérientiel, et mise en opération par l'entremise d'une variété de techniques pédagogiques.

Ceci confirme donc l'atteinte du deuxième objectif de notre recherche qui consiste à proposer une stratégie pédagogique qui met en œuvre une approche expérientielle qui s'adapte aux styles d'apprentissage des étudiants en architecture.

Mais cette synthèse nous a aussi permis de mettre le doigt sur un point très important, qui est la **visualisation**, et le rôle qu'elle joue dans notre stratégie pédagogique de l'enseignement de la lumière naturelle.

En effet, plusieurs recherches montrent qu'il existe un lien entre la visualisation et les styles d'apprentissage (Nussbaumer et Guerin, 2000 ; Kirby et al, 1988 ; Sperry, 1973 ; et Fujii, 1996). Nussbaumer et Guerin (2000) ont même avancé que les étudiants ayant de meilleures capacités visuelles seront des architectes d'intérieur plus efficaces.

La visualisation est aussi liée à la conception architecturale, il semble même que la capacité de visualisation soit essentielle pour la résolution de problèmes en architecture d'intérieur et en architecture, par conséquent, les étudiants en architecture doivent apprendre à utiliser des compétences de visualisation pour résoudre des problèmes de conception (Nussbaumer et Guerin, 2000).

Notre stratégie pédagogique est en grande partie basée sur la visualisation et sur l'imagerie qui est une partie importante de la visualisation. En effet, on a utilisé aux trois types d'images visuelles: **l'imagerie perceptive** qui consiste à voir ou à expérimenter le monde physique à travers nos sens, **l'imagerie mentale** qui utilise l'image perceptive pour former une image en la faisant pivoter et en la manipulant dans notre esprit, et **l'image graphique**.

Ces images pouvaient venir du monde réel (photos prise dans un espace architectural ou dans un modèle réduit), et apporter d'un livre de référence ou sur internet.

Cette synthèse nous a aussi permis de constater l'utilité des modèles réduits dans l'enseignement de la lumière naturelle en architecture en offrant une représentation proche de la réalité, et plusieurs options d'interventions sur l'espace sa conformation, et son éclairage.

Sans oublier l'importance des discussions qui véhiculent un excellent moyen d'échange et de communication afin d'assurer un enseignement interactif et actif.

En conclusion, on dira que la stratégie pédagogique proposée présente une méthode pédagogique (apprentissage expérientiel) qui se base sur l'expérience du monde réel des étudiants, et qui s'appuie sur des techniques pédagogiques variées, caractérisées par l'action, l'interaction, et la visualisation.

III- Objectif général : Améliorer la performance des étudiants en architecture en présentant un nouveau cadre théorique pour l'enseignement de la lumière naturelle en architecture qui se base sur l'apprentissage expérientiel

L'évaluation issue de trois étapes de l'expérimentation présente un indicateur de performance sur lequel on se basera pour évaluer la pertinence de notre stratégie pédagogique.

Rappelons que cette évaluation représente la moyenne de l'évaluation des quatre enseignants, et qu'elle s'est faite de manière indépendante afin d'éliminer l'influence que pourrait exercer les enseignants les uns sur les autres.

Deux codifications des scores de performance ont été proposées afin d'avoir deux lectures différentes de ces scores.

La 1^{ère} codification (performance 1 dans les graphes) varie sur une échelle de 11 qui va de A à F [A,A-,B+,B-,C+,C-,D+,D,F].

La 2^{ème} codification (performance 2 dans les graphes) comporte seulement deux échelles :

- De A à C+ : cette catégorie englobe les étudiants qui ont eu des notes comprise entre 10 et 20.
- De C à F : cette catégorie englobe les étudiants qui ont eu des notes comprise entre 9,99 et 0.

1-Distribution de la performance de l'échantillon

Afin d'avoir une première lecture des scores de performance, la codification des performances à 2 échelles a été utilisée.

On voit clairement à travers l'histogramme qui représente la performance 2 (figure 5.18), la dominance des bonnes performances. En effet, 77% des étudiants ont des notes qui dépassent la moyenne, et seulement 23% n'ont pas eu la moyenne.

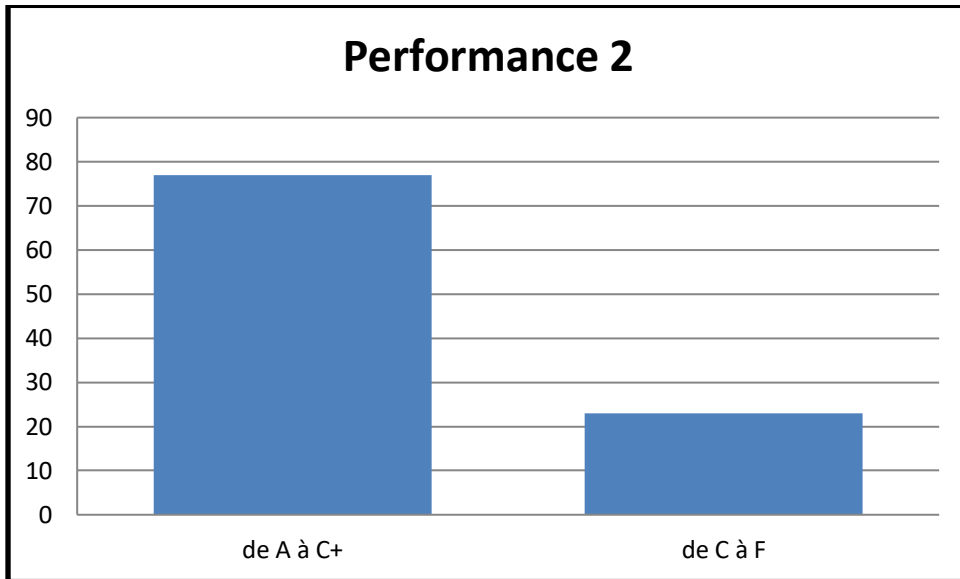


Figure 5.18 : distribution des scores de la performance 2 (Source : l'auteur)

Une lecture plus approfondie de la distribution des scores de performance a été réalisée en utilisant les 11 échelles de codification (figure 5.19).

CHAPITRE 5 : ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

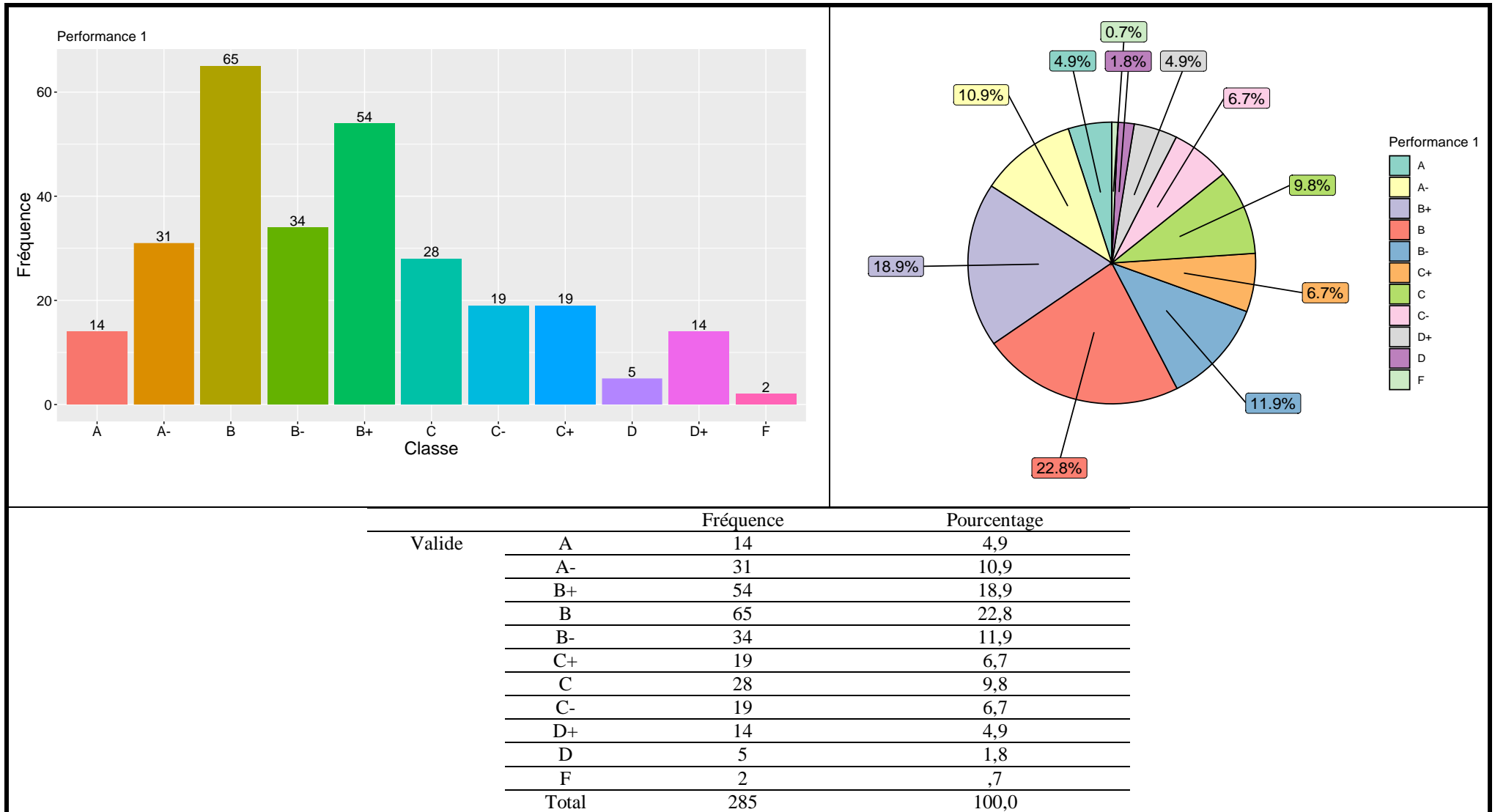


Figure 5.19 : distribution des scores de la performance 1 (source : l'auteur)

Plusieurs constats peuvent être faits à travers ses résultats, on citera :

- La présence des étudiants dans les 11 échelles de l'évaluation ;
- La distribution hétérogène des étudiants sur les échelles de performance ;
- La dominance de la catégorie B et B+ (catégories les plus représentatives), en opposition avec la catégorie D et F ;
- La distribution des performances individuelles n'épouse pas parfaitement la courbe de Gauss.
- La plus grande majorité de la distribution des performances se situe à gauche du graphe, c'est-à-dire, là où la performance est meilleure.

2-Test d'ajustement

Un test d'ajustement, ou d'homogénéité, a été appliqué pour vérifier si les fréquences ont été distribuées de façon homogène d'une catégorie à l'autre (tableau 5.7). Il s'agit du test Khi deux d'ajustement (Chi-squared test for given probabilities).

Tableau 5.7: Résultats du test d'ajustement(Source : l'auteur)

2 échelles	data: c(217, 68) X-squared = 77.898, df = 1, <i>p-value</i> < 2.2e-16
11 échelles	data: c(14, 31, 54, 65, 34, 19, 28, 19, 14, 5, 2) X-squared = 146.7, df = 10, <i>p-value</i> < 2.2e-16

Les résultats sont statistiquement significatifs car la valeur du *p-value* sont inférieurs à 0,005 pour les deux cas (performance 1 et performance 2).

Ceci confirme que les fréquences sont distribuées de façon hétérogène, il n'y a donc pas d'homogénéité dans la répartition de la performance des étudiants selon les échelles de performance.

Ça confirme aussi que les scores qui ont été enregistrés ne sont pas aléatoires et reflètent une information importante qui a une relation directe avec la problématique de la thèse et ses objectifs.

3-Analyse, interprétation et discussion autour de la performance des étudiants

Les résultats obtenus sur la performance des étudiants révèlent qu'il n'existe pas d'homogénéité dans la répartition des performances des étudiants. En effet, une hétérogénéité

CHAPITRE 5 : ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

règne dans l'évaluation des enseignants, et qui se traduit par la dominance des évaluations comprises entre A et C+ comparé aux évaluations comprises entre C et F (figure 5.20).

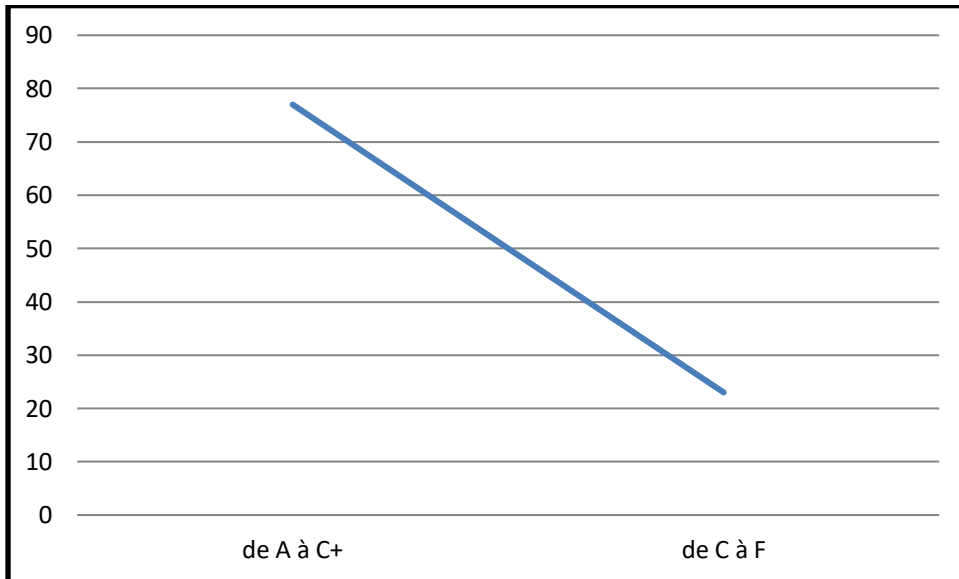


Figure 5.20 : Courbe de la performance 2 (Source : l'auteur)

Ce constat donne d'emblée une confirmation de notre objectif de recherche, et ce, en affirmant que l'évaluation des enseignants sont majoritairement bonnes.

Afin de pousser la réflexion plus loin, nous avons cherché à avoir la courbe de la distribution des résultats d'évaluations des enseignants (figure 5.21).

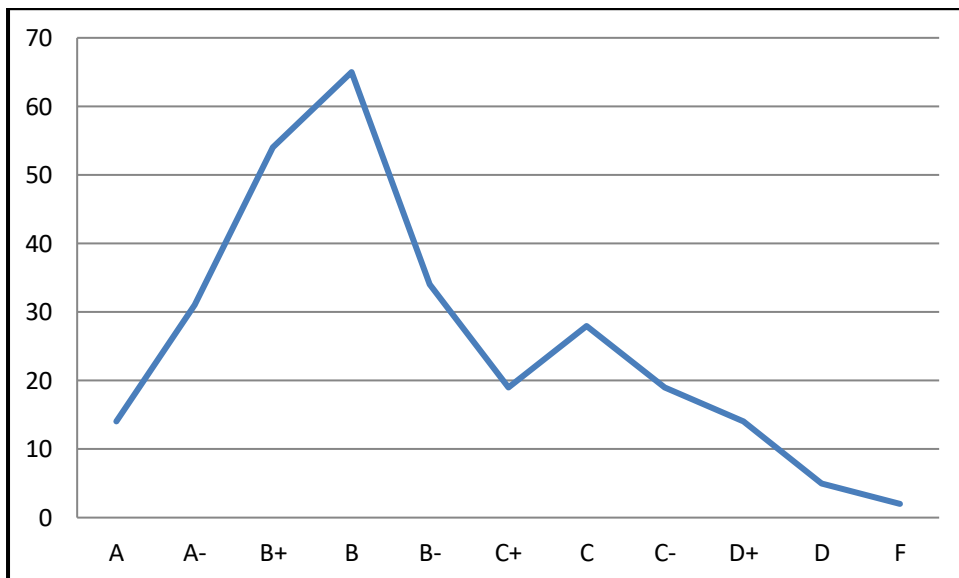


Figure 5.21 : Courbe de la performance 1 (Source : l'auteur)

Mais avant d'analyser cette courbe, il est important d'éclaircir un point important, qui sera d'une grande utilité pour interpréter les résultats.

La courbe de Gauss

Il faut savoir que la distribution des résultats d'évaluations des enseignants prend souvent la forme d'une cloche ou « courbe de Gauss ». Cette courbe serait généralement la règle, le schéma directeur de toute saine notation : il doit y avoir, partout et toujours, peu de bons élèves excellents et ainsi distingués de la masse des élèves moyens ou médiocres (Torres, 2018).

Cette courbe, dite courbe normale de probabilité, courbe en cloche, ou courbe de Gauss (figure 5.22), permet de représenter graphiquement la distribution d'une série et en particulier la densité de mesures d'une série.

Une distribution normale est une distribution parfaitement symétrique autour d'une valeur unique, qui est à la fois le mode, la médiane et la moyenne ; les effectifs décroissent régulièrement au fur et à mesure que l'on s'éloigne de cet axe de symétrie dans les deux sens (Beaufils, 2001).

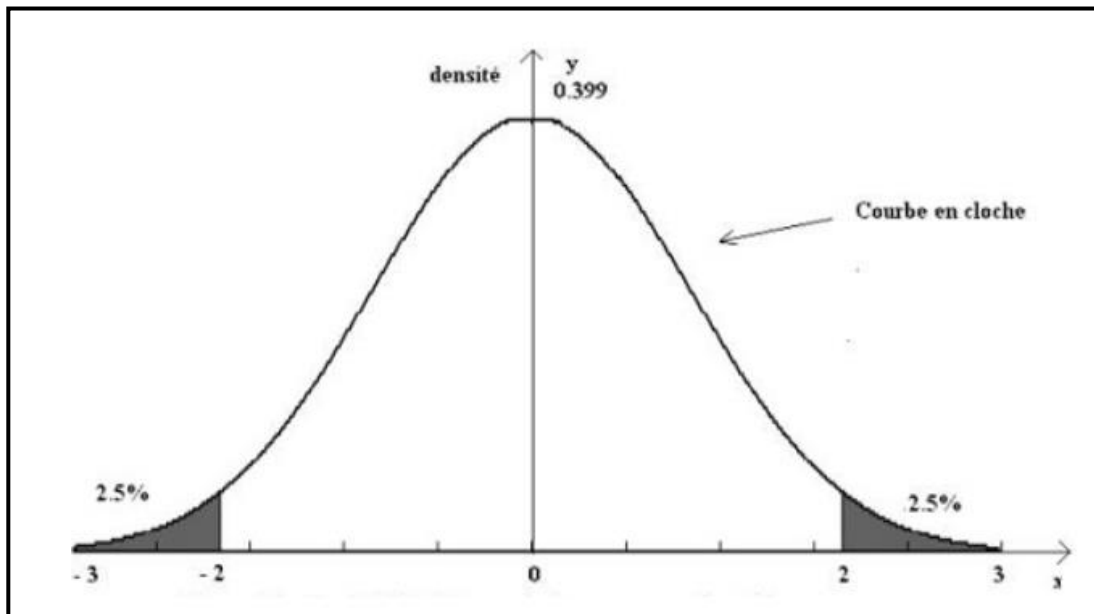


Figure 5.22 : Représentation de la courbe de Gauss (Source : Beaufils, 2001)

Le passage d'une répartition des notes en cloche, à une superbe courbe en J

Réfléchir aux bonnes méthodes pour évaluer le plus judicieusement possible, fait partie des priorités de Dubus (2006), et met en garde sur la pratique de chercher à normaliser les résultats pour tendre vers une distribution de type courbe de Gauss.

Selon lui, la distribution des résultats d'évaluations consécutifs à un enseignement ne devrait pas prendre la forme d'une cloche ou « courbe de Gauss » car ce serait alors admettre que les apprentissages ne sont que le fruit de hasards combinés. En effet la distribution normale ou courbe de Gauss est adaptée pour la modélisation de phénomènes naturels issus de plusieurs événements aléatoires. Or le travail de l'enseignant doit idéalement produire une action plus dirigée vers l'apprentissage de sorte qu'il en résulte une courbe « en J » : avec à droite une région plus représentée traduisant les apprentissages réalisés et laissant à gauche quelques éléments qui, pour des raisons indépendantes de l'action du professeur, n'ont pas pu profiter pleinement des enseignements. Une distribution normale traduirait alors soit le fait que l'enseignement n'a pas eu un effet escompté, soit que l'évaluation n'est pas pertinente et s'opère en fait sur des critères non travaillés ou exercés en classe, comme la compréhension de la donnée par exemple (Dubus, 2006).

Notre courbe de performance

La courbe de performance de notre recherche est un peu particulière, car elle présente des similitudes et des différences avec la courbe de Gauss.

Similitudes

- Les deux extrémités de la courbe se rapprochent du zéro
- La présence de cloches dans cette courbe

Cette similitude peut être expliquée par les croyances des enseignants. En effet, les enseignants ont tendance à refuser de faire de l'évaluation critérielle, celle où le rendement d'un élève n'a rien à voir avec celui de ses camarades, les résultats de chacun étant mesurés uniquement au regard d'une norme objective, fixe et annoncée d'avance. Ils préfèrent se limiter à l'évaluation comparative, qui permet de fabriquer de toutes pièces une courbe de distribution des notes, semblable à la courbe normale de probabilité, qui place fatalement en situation d'échec les élèves dont le rendement est relativement plus faible (Ulric, 1997).

Selon Aylwin Ulric (1997), les croyances relatives aux capacités des élèves poussent les enseignants à penser que les échecs scolaires sont inévitables, que les élèves n'ont pas la compétence intellectuelle pour évaluer et corriger eux-mêmes leurs travaux, et que la plupart des élèves ne s'engagent pas à fond, spontanément, dans leurs études. Ceci se traduit donc par une courbe en cloche.

Différences

- Pas d'axe de symétrie dans la courbe
- Une concentration à gauche de la courbe

Ce qui saute aux yeux à la lecture de notre courbe de performance, c'est la forte concentration de l'évaluation du côté gauche de la courbe, c'est-à-dire, du côté où les notes sont les plus élevées. Ceci a même éliminé l'axe de symétrie, et déséquilibré la courbe en cloche.

Cette différence confirme la satisfaction des enseignants dans leurs évaluations des travaux des étudiants, et ce, en attribuant de bonnes notes à la majorité des étudiants, ce qui contraste avec la courbe de Gauss qui est appliquée habituellement, dans laquelle on attribue les notes moyennes à la majorité des étudiants.

Arriver à ce stade d'interprétation des résultats, on peut confirmer la pertinence de notre recherche, et l'atteinte de notre objectif. En effet, nos résultats affirment que la performance des étudiants en architecture a été améliorée par l'application d'une stratégie pédagogique basée sur l'expérience des étudiants.

Nos résultats montrent aussi que la courbe de performance n'épouse pas parfaitement la courbe de Gauss, mais en espère vraiment que dans l'avenir les enseignants suivront les progrès, et seront en mesure de privilégier une distribution « en J » plutôt qu'adopter une distribution normale en courbe de Gauss.

Ces résultats nous permettent aussi de confirmer notre hypothèse, et d'affirmer que *la proposition et l'application d'un nouveau cadre théorique pour l'enseignement de la lumière naturelle en architecture qui se base sur l'apprentissage expérientiel, peut améliorer la performance des étudiants en architecture.*

IV- Interrogation sur le lien entre : Style d'apprentissage et Performance

Dans cette partie, on tentera de répondre à une question qu'on s'est posé dans notre problématique de recherche, et qui est en lien avec la relation que pourrait avoir les styles d'apprentissage des étudiants avec leur performance.

Afin de vérifier s'il existe un lien entre les styles d'apprentissage et la performance, nous avons effectué un test d'indépendance (test de Khi Deux de Pearson) entre chaque échelle de l'ILS de Felder et la performance. Mais avant cela, nous avons jugé pertinent de présenter la distribution de la performance pour chaque échelle (performance1 et performance2).

1-La dimension Actif /réfléchi

- **Distribution de la performance**

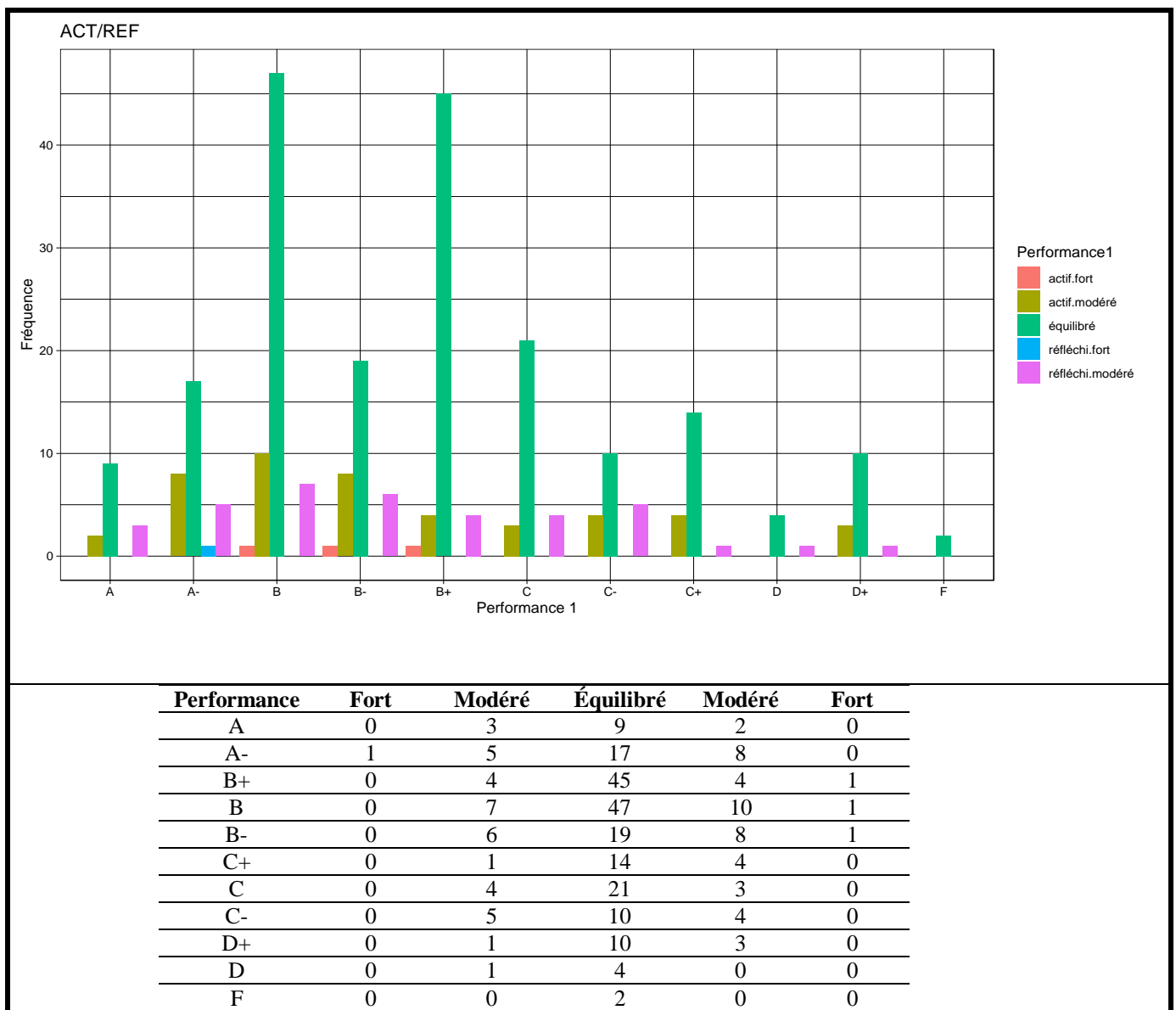


Figure 5.23 : distribution de la performance 1 pour l'échelle Actif-Réfléchi (source : l'auteur)

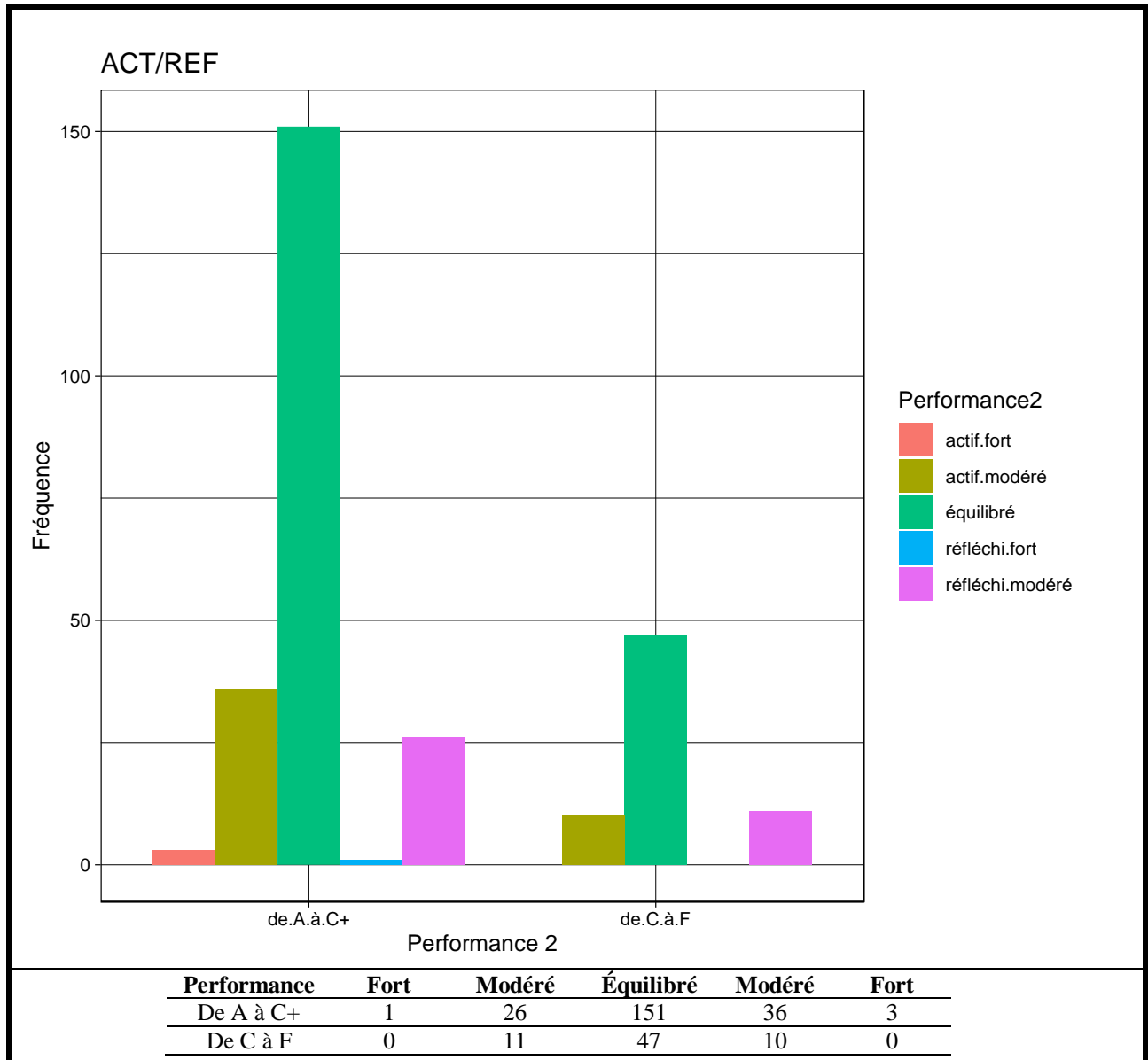


Figure 5.24 : Distribution de la performance 2 pour l'échelle Actif-Réfléchi (source : l'auteur)

- Test d'indépendance

Tableau 5.8 : Résultats du test d'indépendance entre performance et Actif-Réfléchi

Performance	Test de Khi Deux de Pearson
Performance 1	$X\text{-squared} = 31.435, df = 40, p\text{-value} = 0.8315$
Performance 2	$X\text{-squared} = 2.0707, df = 4, p\text{-value} = 0.7227$

(Source : l'auteur)

Les deux tests d'indépendance ne sont pas significatifs, ce qui indique qu'il n'y a pas de dépendance entre la performance et l'échelle Actif-Réfléchi.

2-La dimension Sensoriel / Intuitif

- Distribution de la performance

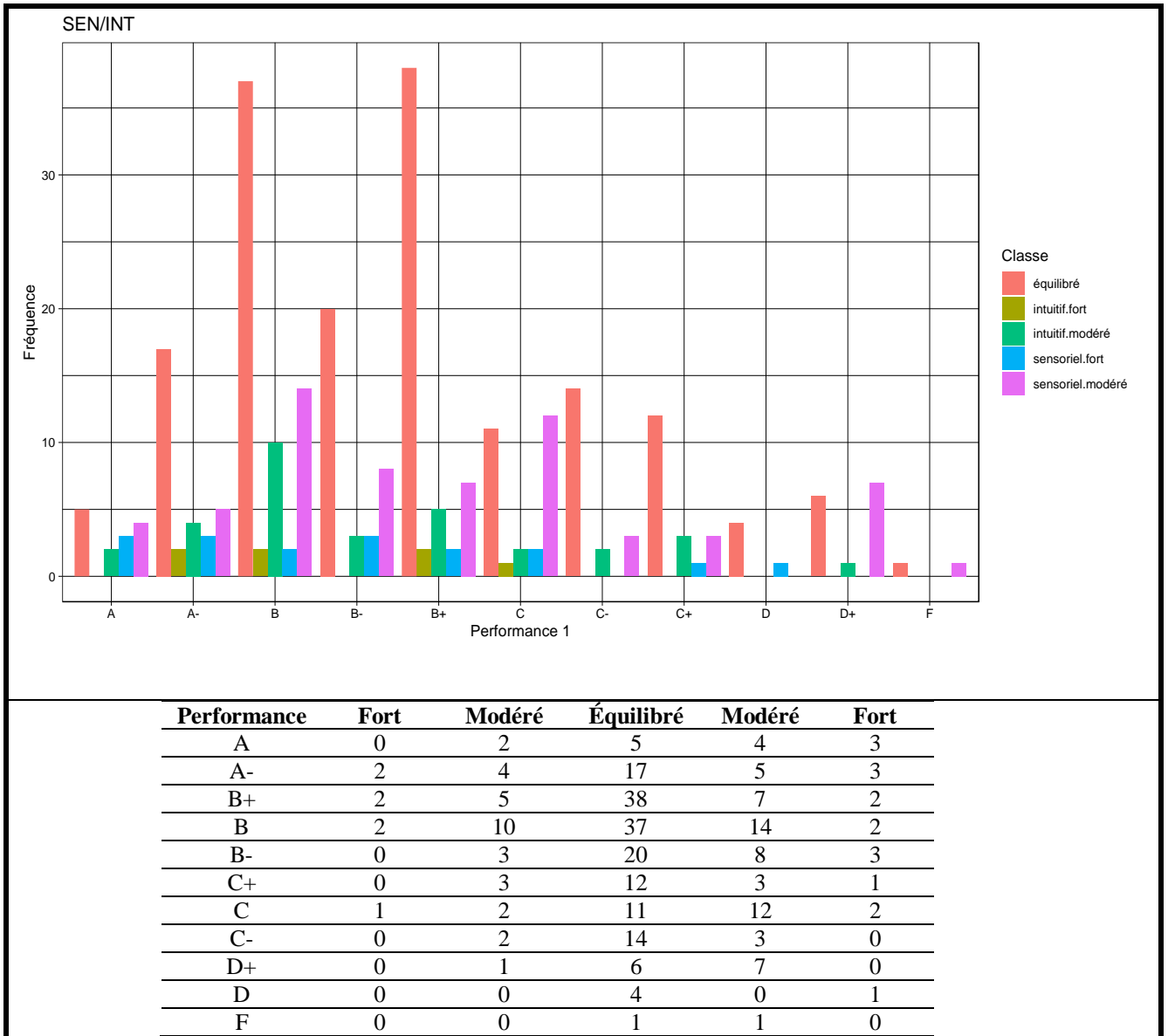


Figure 5.25 : Distribution de la performance 1 pour l'échelle Sensoriel - Intuitif (source : l'auteur)

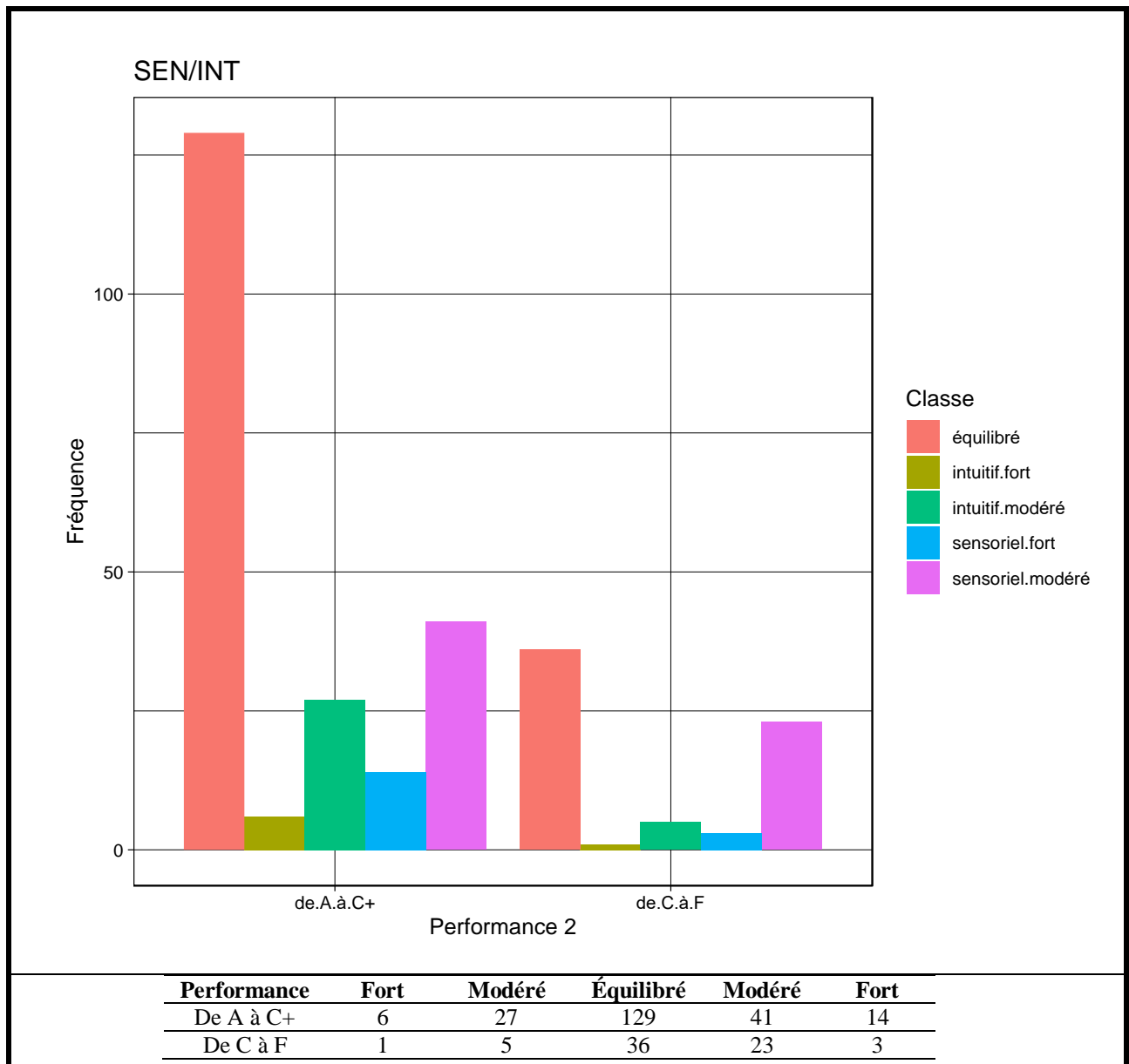


Figure 5.26 : Distribution de la performance 2 pour l'échelle Sensoriel - Intuitif (source : l'auteur)

- Test d'indépendance

Tableau 5.9 : Résultats du test d'indépendance entre performance et Sensoriel –Intuitif (source : l'auteur)

Performance	Test de Khi Deux de Pearson
Performance 1	$X\text{-squared} = 42.287, df = 40, p\text{-value} = 0.3725$
Performance 2	$X\text{-squared} = 7.4263, df = 4, p\text{-value} = 0.115$

Les deux tests d'indépendance ne sont pas significatifs, ce qui indique qu'il n'y a pas de dépendance entre la performance et l'échelle Sensoriel-Intuitif.

3-La dimension Visuel / verbal

- Distribution de la performance

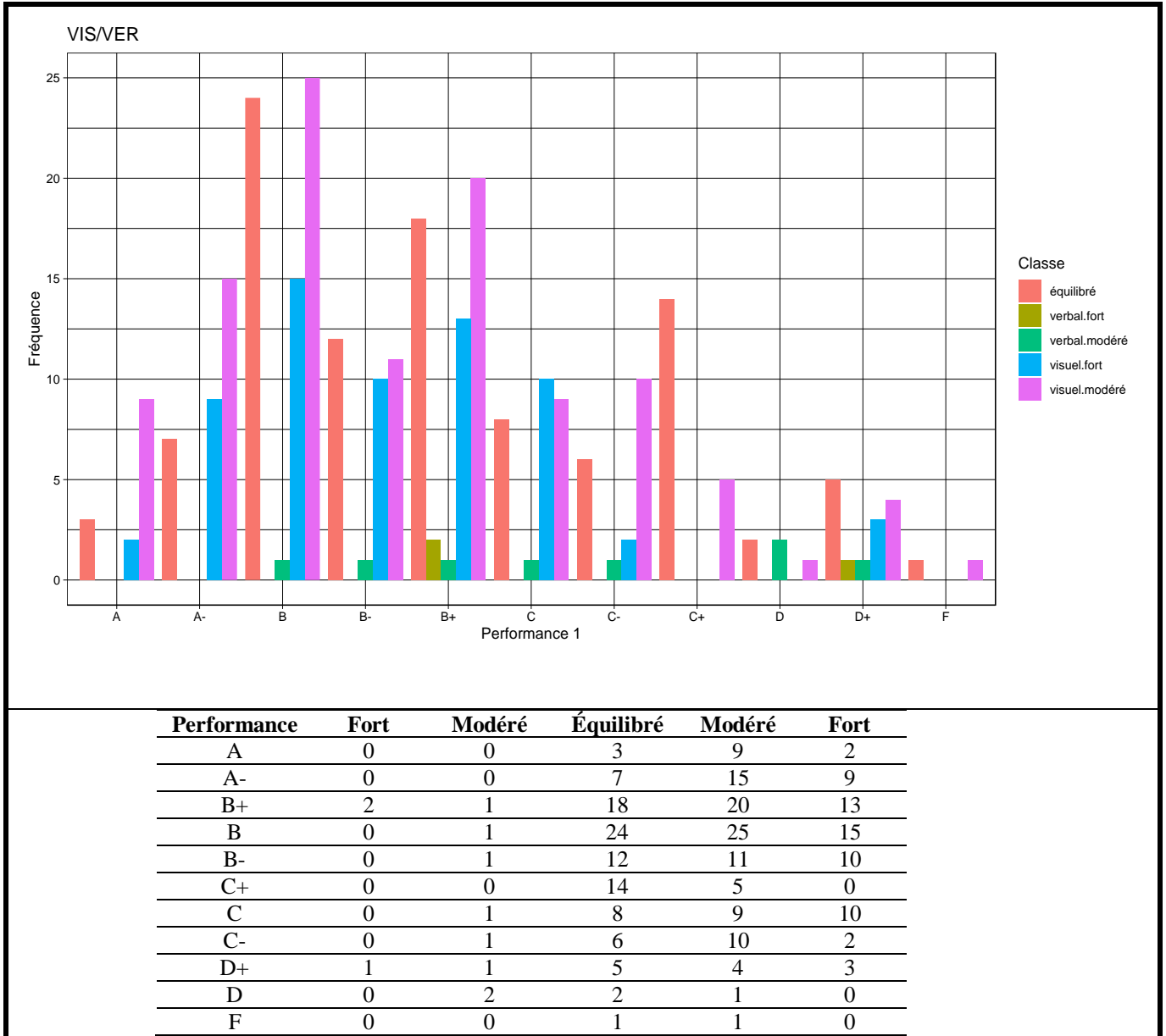


Figure 5.27: Distribution de la performance 1 pour l'échelle Visuel-Verbal (source : l'auteur)

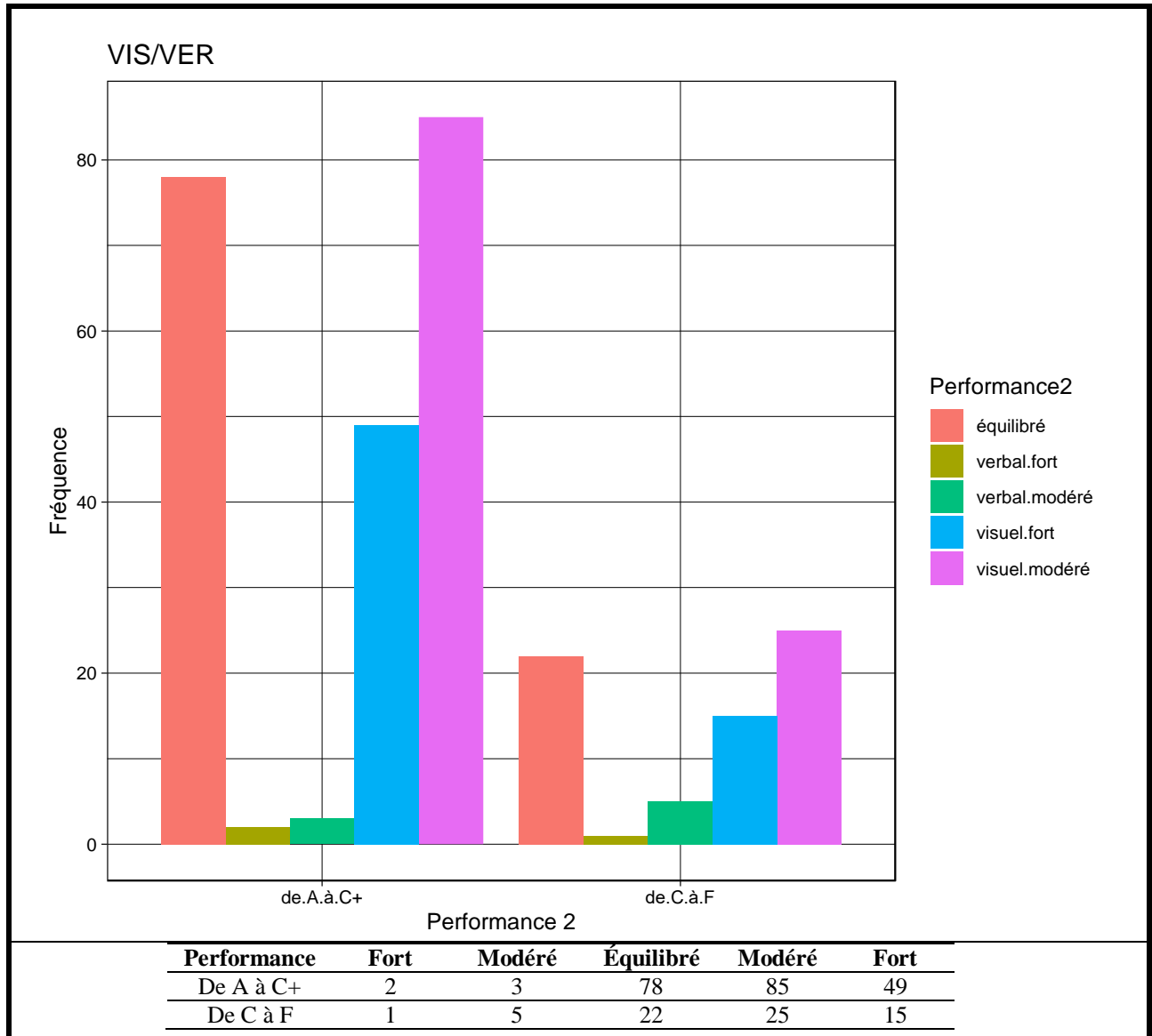


Figure 5.28 : Distribution de la performance 2 pour l'échelle Visuel-Verbal (source : l'auteur)

- Test d'indépendance

Tableau 5.10 : Résultats du test d'indépendance entre performance et Visuel-Verbal (Source : l'auteur)

Performance	Test de Khi Deux de Pearson
Performance 1	$X\text{-squared} = 67.638, df = 40, p\text{-value} = 0.004081$
Performance 2	$X\text{-squared} = 6.9975, df = 4, p\text{-value} = 0.136$

Avec une valeur de $p\text{-value} < 0,005$, le premier test d'indépendance se révèle être significatif, ce qui indique qu'il n'y a une dépendance entre la performance et l'échelle Visuel-Verbal. Le deuxième test, quant à lui, n'est pas significatif, ce qui peut être expliqué par les intervalles de codification qui sont assez larges (2échelles seulement).

4-La dimension : Séquentiel / Global

- Distribution de la performance

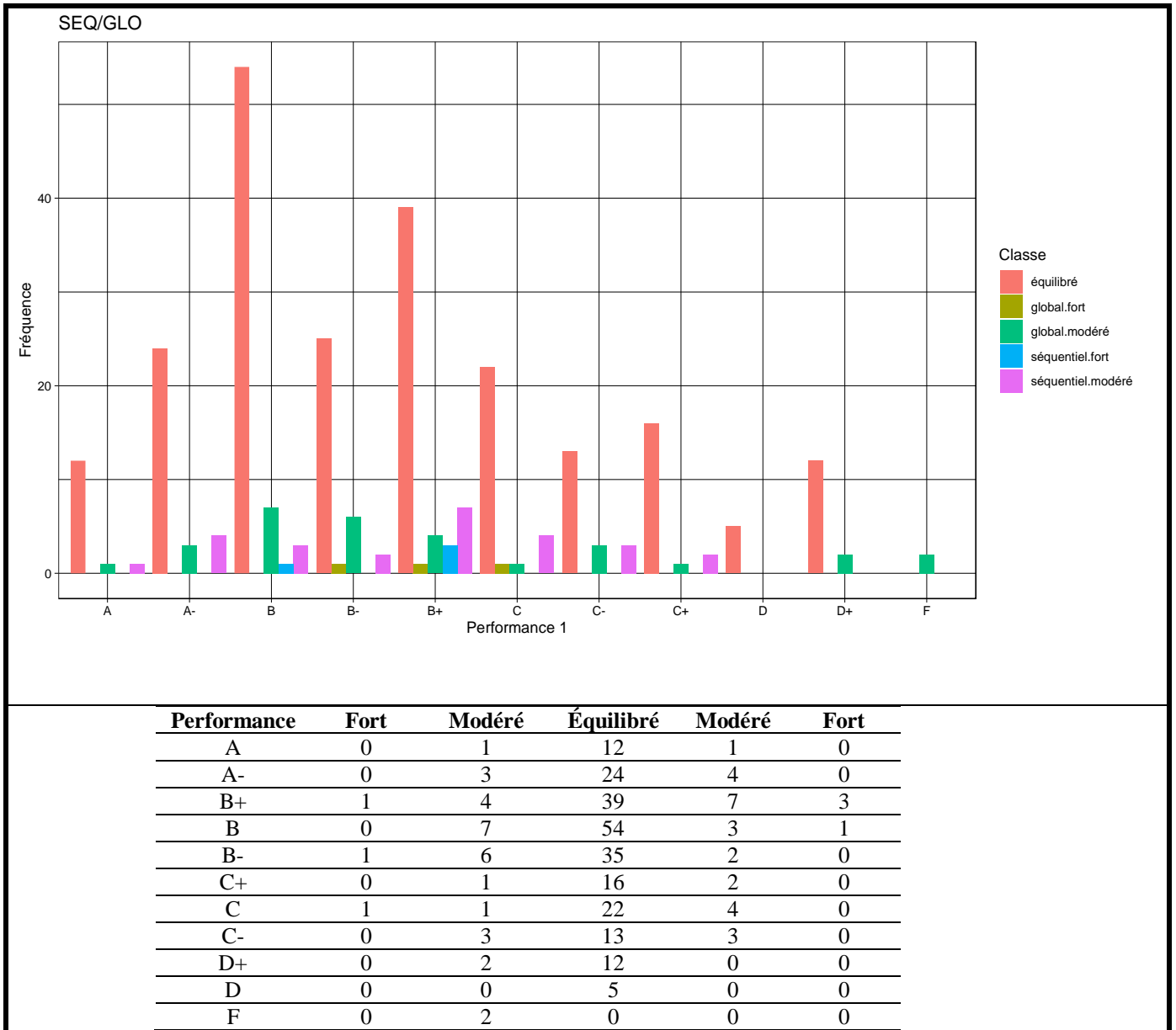


Figure 5.29 : Distribution de la performance 1 pour l'échelle Séquentiel-Global (source : l'auteur)

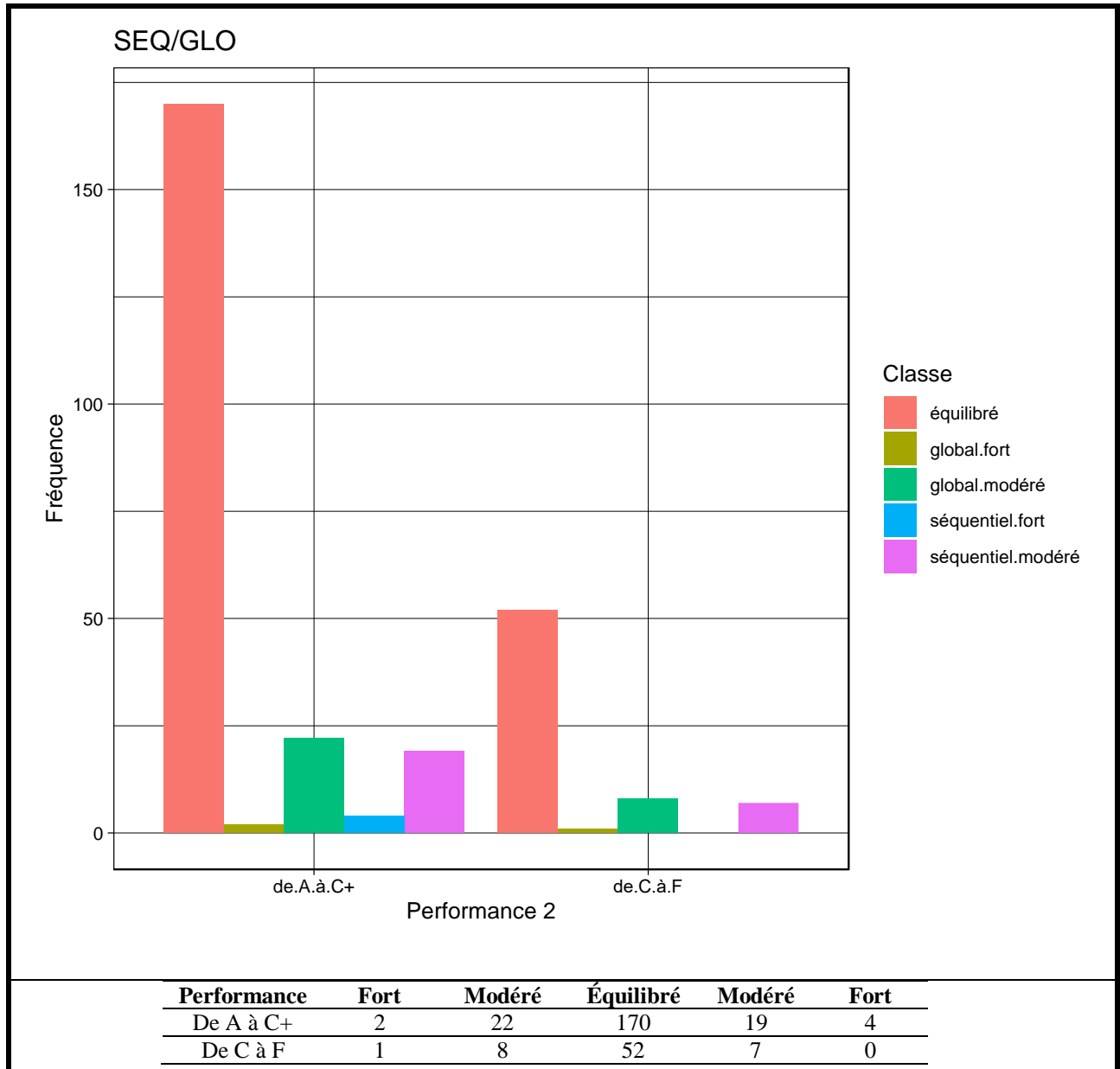


Figure 5.30 : Distribution de la performance 2 pour l'échelle Séquentiel-Global (source : l'auteur)

- Test d'indépendance

Tableau 5.11 : Résultats du test d'indépendance entre performance et Séquentiel-Global (Source : l'auteur)

Performance	Test de Khi Deux de Pearson
Performance 1	$X\text{-squared} = 44.341, df = 40, p\text{-value} = 0.2936$
Performance 2	$X\text{-squared} = 1.6893, df = 4, p\text{-value} = 0.7927$

Les deux tests d'indépendance ne sont pas significatifs, ce qui indique qu'il n'y a pas de dépendance entre la performance et l'échelle Séquentiel-Global.

5-Analyse, interprétation des résultats et discussion

La distribution des performances des étudiants selon chaque dimension de l'échelle nous a permis de faire les constats suivant :

- La courbe de performance pour chaque échelle de l'ILS, suit exactement la même courbe de distribution des performances qu'on a déjà détaillée dans ce chapitre.
- Une asymétrie caractérise cette courbe, et accentue une concentration de la performance du côté gauche, là où il y'a une bonne évaluation de la part des enseignants.
- Le degré de préférence Equilibré est celui qui affiche la meilleure performance.
- L'échelle Visuel-Verbal est celle qui affiche la plus grande concentration de bonne performance.
- L'échelle Visuel-Verbal se distingue par la dominance de la préférence Visuelle (modérée et forte) du côté de la bonne performance.

De l'autre côté, les tests d'indépendance nous ont permis de confirmer qu'il n'existe pas de dépendance entre la performance et trois échelles du ILS qui sont : Actif-Réfléchi, Sensoriel-Intuitif, et Séquentiel-Global. Ces résultats sont aussi partagés par Demirkan & Demirbas (2010), qui ont affirmé qu'il n'existe pas de dépendance entre la performance et ces trois échelles avec un $P > 0,005$ ($p=0,56$ pour Actif-Réfléchi, $p= 0,14$ pour Sensoriel-Intuitif, et $p=0,26$ pour Séquentiel-Global).

Contrairement à Demirkan & Demirbas (2010) qui ont révélé qu'il n'existe pas de dépendance entre la performance et l'échelle Visuel-Verbal ($p=0,69$), nos résultats ont montré que cette dépendance est présente.

On constate à travers ces résultats que l'apprenant visuel peut avoir une meilleure performance que les autres types d'apprenants, il est donc important de faire croître la capacité de visualisation chez les étudiants, et de faire en sorte de transmettre l'information par le canal visuel.

Ceci renforce la pertinence de notre stratégie pédagogique proposée pour l'enseignement de la lumière naturelle en architecture, et confirme qu'une stratégie pédagogique basée sur le visuel peut améliorer la performance des étudiants

CONCLUSION GENERALE

Les chapitres précédents ont fait état de la recherche visant à déterminer les indicateurs qui peuvent améliorer la performance des étudiants en architecture, en se penchant sur les mesures que pourrait prendre l'enseignant pour améliorer le processus d'apprentissage.

Plus spécifiquement, l'étude portait sur la proposition d'une stratégie pédagogique qui s'incarne dans un cadre théorique expérientiel, et qui pourrait être appliquée pour les différents styles d'apprentissage.

Cette conclusion générale rappelle d'abord les questions et les objectifs de la recherche, son hypothèse, et les principaux résultats énoncés dans le chapitre précédent. Des résultats, des constats et des recommandations sont ensuite formulés, en se basant sur la synthèse qui se dégage de cette recherche. Puis, les limites et les forces de l'étude sont soulevées ainsi que ses retombées scientifiques et sociales. Enfin, des perspectives viendront terminer cette conclusion.

1- Rappel des questions et objectifs de la recherche et de son hypothèse

Dans une perspective quantitative interprétative, la recherche vise à déterminer les indicateurs qui peuvent améliorer la performance des étudiants en architecture, en se penchant sur les mesures que pourrait prendre l'enseignant pour améliorer le processus d'apprentissage. Plus spécifiquement, l'étude porte sur la proposition d'une stratégie pédagogique qui s'incarne dans un cadre théorique expérientiel, et qui peut être appliquée pour les différents styles d'apprentissage.

Ces intentions nous conduisent à formuler les questions de recherche suivantes :

- Quelles sont les préférences de style d'apprentissage des étudiants en deuxième année architecture ?

Dans la perception de l'information (sensation/intuition)

Dans l'entrée de l'information (visuel/verbal)

- Quelles sont leurs préférences en matière de construction et de renforcement des connaissances ?

Dans le traitement de l'information (actif/réflexif)

CONCLUSION GENERALE

Dans la progression pour comprendre les informations pertinentes (séquentiel/ global)

- Proposer des expériences d'apprentissage basées sur l'apprentissage expérientiel comme cadre théorique peut il présenter une approche pertinente pour l'enseignement de la lumière naturelle en architecture ? Autrement dit, l'application d'une stratégie pédagogique expérientielle peut elle être bénéfique pour réussir l'enseignement de la lumière naturelle en architecture ?
- Comment pouvons-nous améliorer la performance des étudiants en architecture ? cette performance peut-elle avoir un lien avec le style d'apprentissage des étudiants ? autrement dit, la performance peut elle dépendre du style d'apprentissage de l'étudiant ?

La recherche a proposé un objectif général qui consiste à :

Améliorer la performance des étudiants en architecture en présentant un nouveau cadre théorique pour l'enseignement de la lumière naturelle en architecture qui se base sur l'apprentissage expérientiel.

Elle aussi proposé deux objectifs spécifiques qui visent à :

- Déterminer les styles d'apprentissage des étudiants de deuxième année architecture
- Proposer une stratégie pédagogique qui met en œuvre une approche expérientielle, et qui s'adapte aux styles d'apprentissage des étudiants en architecture.

La recherche a vérifié l'hypothèse suivante :

La proposition et l'application d'un nouveau cadre théorique pour l'enseignement de la lumière naturelle en architecture qui se base sur l'apprentissage expérientiel, peut améliorer la performance des étudiants en architecture.

2- La synthèse des résultats

▪ Répartition des styles d'apprentissage pour les échelles de l'ILS de Felder

La distribution des styles d'apprentissage des étudiants selon les quatre échelles a révélé que plus de la moitié des étudiants sont équilibrés sur les échelles :

- Actif/ Réfléchi
- Sensoriel / Intuitif
- Séquentiel / Global

Sur l'échelle visuel/ verbal, une préférence forte et modérée pour la dimension visuel de la sous-échelle.

CONCLUSION GENERALE

▪ **Préférence des échelles d'apprentissage**

Les résultats ont montré une préférence pour les dimensions :

- Active
- Sensorielle
- Visuelle
- Globale

▪ **Styles d'apprentissage des étudiants en architecture**

Les résultats ont révélé que tous les styles d'apprentissage ont été trouvés chez les étudiants en architecture, et que la dimension visuelle est dominante dans les styles d'apprentissage des étudiants.

La stratégie pédagogique proposée qui peut être appliquée dans les écoles d'architecture pour enseigner la lumière naturelle en architecture, est une stratégie construite sur la base d'un cadre théorique pour l'enseignement qui s'adapte à tous les styles d'apprentissage. Elle a la particularité de mettre l'accent sur les activités du cerveau droit, en apportant des modifications apportées par Nussbaumer dans le modèle 4Mat de McCarthy.

Il s'agit d'une stratégie pédagogique qui inclut des activités du cerveau droit et des activités visuelles et spatiales dans l'hémisphère du cerveau gauche qui implique des activités verbales.

▪ **Distribution de la performance de l'échantillon**

Les résultats ont démontré qu'il n'existe pas d'homogénéité dans la répartition des performances des étudiants. En effet, une hétérogénéité règne dans l'évaluation des enseignants, et qui se traduit par la dominance des évaluations comprises entre A et C+ (évaluation positive) comparé aux évaluations comprises entre C et F (évaluation négative).

▪ **Le lien entre : Style d'apprentissage et Performance**

A travers les résultats de la recherche, on peut constater qu'il n'y a pas de dépendance entre :

- la performance et l'échelle Actif-Réfléchi
- la performance et l'échelle Sensoriel-Intuitif
- la performance et l'échelle Séquentiel-Global.

On retient aussi qu'il existe une dépendance entre la performance et l'échelle Visuel-Verbal

3- Constats et recommandations issus de la synthèse des principaux résultats de la recherche

Dans cette section, nous présentons dix constats au regard des styles d'apprentissage et leur dimension, de la stratégie pédagogique pour enseigner la lumière naturelle en architecture, et de la visualisation.

- **Premier constat**

Les étudiants en architecture sont plutôt équilibrés sur la perception de l'information, son traitement, et sa compréhension. L'entrée de l'information, quant à elle, fait tout de même exception par la préférence visuelle.

- **Deuxième constat** : la dimension sensorielle pour percevoir l'information

Les étudiants en architecture sont sensoriels, ils favorisent donc les informations qui arrivent par leurs sens. Ceci semble logique, car ces étudiants en architecture ont tendance à être pratiques, à aimer les faits et les observations, à se plaindre des cours qui ne sont pas en lien avec le monde réel, et à relier ce qu'ils apprennent au monde réel. Ces étudiants préfèrent apprendre par du matériel concret plutôt que des concepts et des théories. En apprenant ils préfèrent parler plutôt que de penser. Ils sont plus réalistes, plus sensés et plus pratiques que les apprenants intuitifs.

- **Troisième constat** : la dimension visuelle pour l'entrée de l'information

Le canal d'entrée de l'information de nos étudiants est visuel. Les apprenants visuels obtiennent plus d'informations à partir d'images visuelles (images, diagrammes, graphiques, schémas, démonstrations) que de contenu verbal (mots écrits et parlés et formules mathématiques). Si quelque chose est simplement dite et non montrée aux apprenants visuels (par exemple dans un cours magistral), il y a de fortes chances qu'ils ne la retiennent pas.

- **Quatrième constat** : la dimension active pour le traitement de l'information

Le traitement de l'information par les étudiants en architecture se fait de façon active. Ces étudiants préfèrent travailler en groupe, ont tendance à mieux comprendre et apprendre les informations en faisant quelque chose d'actif, comme discuter ou appliquer le matériel dans un cours, et mémorisent mieux l'information par la pratique (en faisant). Ce sont donc des pratiques courantes dans l'enseignement de l'architecture, et de l'atelier de conception en particulier.

- **Cinquième constat** : la dimension Globale pour la compréhension des informations

En matière de compréhension des informations pertinentes, les étudiants en architecture sont des apprenants globaux. Ceci implique qu'ils travaillent plus de manière globale (tout ou

CONCLUSION GENERALE

rien), semblent être lents, et peuvent échouer dans leurs devoirs et examens jusqu'à ce qu'ils saisissent l'image globale, mais une fois qu'ils réussissent à avoir cette image globale, ils peuvent souvent voir des liens avec d'autres matières qui échappent aux apprenants séquentiels. Ces apprenants globaux utilisent une approche holistique de l'apprentissage et de la rédaction d'essais et acquièrent d'abord mieux des connaissances générales, et les décomposent en parties plus tard.

- **Sixième constat :** styles d'apprentissage des étudiants en architecture

Tous les styles d'apprentissage ont été trouvés chez les étudiants en architecture, avec une dominance de la dimension visuelle.

- **Septième constat :** stratégie pédagogique pour enseigner la lumière naturelle en architecture

Un apprentissage expérientiel qui permet d'introduire des activités du cerveau droit et des activités visuelles et spatiales dans l'hémisphère du cerveau gauche, se révèle être une stratégie gagnante pour enseigner la lumière naturelle en architecture.

La stratégie pédagogique qu'on propose peut être utilisée comme point de départ pour développer le programme d'études des écoles d'architecture pour l'enseignement de la lumière naturelle.

- **Huitième constat :** stratégie pédagogique et visualisation

Notre stratégie pédagogique est, en grande partie, basée sur la visualisation et sur l'imagerie qui est une partie importante de la visualisation. En effet, on a fait recours aux trois types d'images visuelles: l'imagerie perceptive qui consiste à voir ou à expérimenter le monde physique à travers nos sens, l'imagerie mentale qui utilise l'image perceptive pour former une image en la faisant pivoter et en la manipulant dans notre esprit, et l'image graphique. Ces images pouvaient venir du monde réel (photos prise dans un espace architectural ou dans un modèle réduit), et apporter d'un livre de référence ou sur internet.

- **Neuvième constat :** modèles réduits dans l'enseignement de la lumière naturelle en architecture

Les modèles réduits ont présenté un outil pédagogique important dans l'enseignement de la lumière naturelle.

- **Dixième constat :** performance

La performance des étudiants en architecture a été améliorée par l'application d'une stratégie pédagogique basée sur l'expérience des étudiants. L'apprenant visuel peut avoir une meilleure performance que les autres types d'apprenants.

CONCLUSION GENERALE

A la suite de ces constats, une liste de recommandations peut être dressée afin d'offrir aux enseignants en architecture, des orientations à suivre pour améliorer le processus d'enseignement, et le placer dans un paradigme d'apprentissage.

- **Première recommandation :**

Éviter les cours qui se concentrent sur les concepts abstraits, les théories et les formules, désavantagent les apprenants sensoriels. En effet, dans ce genre de cours, le processus peut être plus long pour un apprenant sensitif, qui doit traduire en images mentales concrètes le contenu pour le comprendre.

- **Deuxième recommandation :**

Avantager les représentations visuelles dans les cours magistraux. Les informations présentées dans presque tous les cours magistraux sont majoritairement verbales, tandis que la plupart des étudiants en architecture sont des apprenants visuels. On voit ici un déséquilibre entre la nature des cours et le style d'apprentissage des étudiants, car ces cours magistraux sont généralement présentés avec des mots et des formules écrits ou cités dans les textes et au tableau. Des diagrammes et des graphiques peuvent se glisser dans ces cours, mais ceux sont les mots, cités ou écrits qui dominent dans ces cours. Les professeurs ne devraient pas donc être surpris lorsque bon nombre de leurs étudiants ne peuvent pas reproduire les informations qui leur ont été présentées peu de temps auparavant. Elles ont peut-être été exprimées, mais elles n'ont jamais été vues.

- **Troisième recommandation :**

Inciter les étudiants à basculer vers un mode plus actif, avec des cours centrés sur l'apprenant (résolution de problèmes/discussion) qui offrent des opportunités de réflexion. En effet, des exercices pratiques aideraient l'étudiant à mieux comprendre les concepts, et les discussions véhiculent un excellent moyen d'échange et de communication afin d'assurer un enseignement interactif et actif.

- **Quatrième recommandation :**

Les enseignants doivent fournir des perspectives larges sur leurs sujets afin de permettre aux étudiants de comprendre comment le contenu présenté est lié à leurs connaissances et expériences antérieures. C'est ici que réside la difficulté d'enseigner à ce type d'apprenant, car le rythme séquentiel qui domine les cours de façon générale, ne correspond pas au processus mental des apprenants globaux, et peut empêcher de talentueux apprenants globaux de devenir des chercheurs créatifs exceptionnels.

- **Cinquième recommandation :**

CONCLUSION GENERALE

Les enseignants doivent s'adapter à tous les styles d'apprentissage, et développer des compétences variées chez les étudiants. Ils doivent inciter les étudiants à utiliser la pensée abstraite du cerveau gauche et la pensée concrète du cerveau droit. Mais aussi, à avoir la capacité d'imagination, des compétences analytiques, des compétences de prise de décision, et des compétences en gestion. Ceci est imposé par le caractère pluridisciplinaire de l'architecture qui nécessite des compétences diverses.

- **Sixième recommandation :**

Avantager la visualisation dans les cours (faire en sorte de faire passer l'information par le canal visuel), et faire croître la capacité de visualisation chez les étudiants. En effet, plusieurs recherches montrent qu'il existe un lien entre la visualisation et les styles d'apprentissage, et d'autres recherches ont même avancé que les étudiants ayant de meilleures capacités visuelles seront des architectes plus efficaces. La visualisation est aussi liée à la conception architecturale, il semble même que la capacité de visualisation soit essentielle pour la résolution de problèmes en architecture d'intérieur et en architecture, par conséquent, les étudiants en architecture doivent apprendre à utiliser des compétences de visualisation pour résoudre des problèmes de conception.

- **Septième recommandation :**

Encourager l'apprentissage expérientiel dans les écoles d'architecture afin d'améliorer la performance des étudiants. Se baser sur l'expérience sensorielle des étudiants peut être appliqué pour enseigner tous les paramètres environnementaux (éclairage, thermique, acoustique, olfactif).

- **Huitième recommandation :**

Inclure des activités du cerveau droit et des activités visuelles et spatiales dans l'hémisphère du cerveau gauche.

- **Neuvième recommandation :**

Utiliser les modèles réduits comme outil pédagogique dans l'enseignement de la lumière naturelle car ils peuvent offrir une représentation proche de la réalité, et plusieurs options d'interventions sur l'espace (sa conformation et son éclairage), le tout à un coût réduit et avec des options de réflexions et de flexibilités.

4- Limites et les forces de l'étude

4.1. Limites de l'étude

Au terme de cette étude, un retour critique sur les limites de la recherche mérite d'être établi afin d'orienter les recherches futures. Ces éléments touchent particulièrement le choix des cas à l'étude ainsi que les évaluations.

▪ Les limites liées au choix des cas

Une des limites associées à cette recherche concerne le choix des participants. À la suite d'un processus de sélection rigoureux, et en fonction de la possibilité de réaliser l'expérimentation dans le département d'architecture d'Alger¹, des étudiants de deuxième année architecture sont ressortis comme étant ceux qui permettent l'opérationnalisation de notre recherche.

Cependant, il aurait été plus intéressant de réaliser cette expérience dans d'autres départements d'architecture en Algérie, afin de comparer les résultats, et de voir si le changement de contexte (environnement, enseignants, moyens pédagogiques,...) peuvent, d'une part, impacter les styles d'apprentissage des étudiants, et de l'autre part, changer le déroulement de l'expérience et ses résultats.

Une autre limite de la recherche liée au choix des cas est en lien avec les styles d'apprentissage. En effet, la possibilité de comparer les styles d'apprentissage des étudiants avec les enseignants aurait pu donner une bonne perspective de recherche. Cette piste a été vite abandonnée car la majorité des enseignants ont refusé de renseigner le questionnaire qu'on leur a adressé.

▪ La limite liée aux évaluations

Comme ça a été précisé auparavant, plusieurs évaluations ont été réalisées durant l'expérimentation. La moyenne de ces évaluations a constitué l'indicateur qui nous a permis de mesurer la performance des étudiants. Cependant, il aurait été intéressant de ressortir les évaluations de chaque étape, et de faire une comparaison des performances. Ceci aurait pu nous permettre de voir l'évolution des performances et leurs variations durant l'expérimentation.

Ceci offre des perspectives futures, mais contenu de la diversité de notre méthodologie, on a fait le choix de nous restreindre à la moyenne des évaluations pour mesurer la performance.

4.2. Forces de l'étude

L'étude réalisée présente plusieurs forces qui méritent d'être mises en lumière en lien avec l'intérêt de proposer des orientations pour intervenir sur la qualité de l'enseignement dans les universités algérienne.

- **Les forces liées à la diversité de la méthodologie**

Une des forces de cette recherche, c'est qu'elle propose plusieurs techniques de recherche. En effet, cette recherche ne s'arrête pas à l'identification des styles d'apprentissage des étudiants en architecture en utilisant un questionnaire, mais va plus loin en proposant une stratégie d'enseignement qui s'adapte aux styles d'apprentissage de ces étudiants.

- **Les forces liées aux orientations pour intervenir sur la qualité de l'enseignement dans les universités algérienne**

Cette recherche a la particularité de proposer des directives et des recommandations bien précises pour améliorer l'enseignement de l'architecture. Elle s'insère dans un paradigme innovant qui place l'étudiant au centre du processus d'apprentissage. Elle propose des approches pédagogiques actives et réflexifs, qui peuvent améliorer la performance des étudiants, et qui s'adaptent parfaitement à l'enseignement de l'architecture

- **Les forces liées au respect des critères de rigueur d'une recherche**

Pour assurer la rigueur méthodologique et ultimement la transférabilité des résultats à des situations similaires, le devis méthodologique de recherche a été conçu pour répondre aux critères de rigueur.

Pour commencer, l'étude inclut des sources multiples d'information. Les outils de collecte de données (questionnaires auprès d'étudiants et expérimentation) ont permis d'accéder à des données de recherche qui ont été analysées de façon quantitative.

Ensuite, la transférabilité des résultats à des contextes similaires a été assurée. Pour rendre ce transfert possible, la recherche propose une description riche et une fine analyse des styles d'apprentissage des étudiants, d'une stratégie pédagogique active, et de l'apprentissage expérientiel.

La fiabilité de la recherche, quant à elle, a été assurée par la cohérence entre les questions, les objectifs, l'hypothèse de recherche et les moyens mis en œuvre pour y répondre.

Enfin, cette recherche répond au critère de confirmation en ce sens où ses résultats sont le fruit d'une démarche rigoureuse de recherche scientifique.

5- Retombées scientifiques et sociales de l'étude

Pour commencer, il faut souligner que cette étude a apporté plus de lumière naturelle dans nos bâtiments. En effet, l'intégration de la lumière du jour dans les bâtiments est largement acceptée comme l'une des stratégies importantes pour réduire la consommation globale d'énergie, améliorer la santé, la psychologie et les performances visuelles, et influencer le processus de conception architecturale. Si on l'enseigne mieux, les futurs architectes l'intégreront mieux dans nos espaces de vie.

Sur le plan scientifique, cette recherche a contribué à la production de savoirs pour un enrichissement des pratiques d'enseignement en architecture, et a permis d'offrir des savoirs capables de guider les décisions relatives à l'amélioration de l'enseignement de l'architecture et d'apporter une nouvelle perspective dans la pédagogie de l'architecture.

Elle a permis aussi de mieux comprendre les problèmes liés à l'enseignement de la lumière naturelle en architecture, et de proposer des recommandations et une stratégie d'enseignement qui peuvent être appliquées par les enseignants en architecture qui désirent orienter leur enseignement vers un paradigme centré sur l'apprentissage des étudiants.

Il est aussi important de préciser que les approches proposées dans cette recherche peuvent parfaitement être appliquées à d'autres paramètres environnementaux (acoustique, thermique, olfactif,..), mais aussi à d'autres matières (structure, sociologie, topographie,...).

Par ailleurs, sur le plan pratique, cette étude a créé un espace de discussion aux formateurs en architecture. Elle contribue à l'exploration d'une nouvelle dynamique relative aux pratiques et aux manières d'enseigner la lumière naturelle en architecture et permet de proposer des recommandations afin de trouver un moyen pour résoudre les problèmes relatifs à l'enseignement de l'architecture.

Les résultats de cette recherche favorisent aussi une prise de conscience sur les conditions susceptibles de soutenir la motivation des étudiants à poursuivre leur formation, et à améliorer leur performance.

Elle a des répercussions sur les manières, d'enseigner la lumière naturelle soit au niveau de la salle de cours ou dans l'élaboration de ses programmes. Elle favorise une meilleure liaison entre les cours (théoriques et pratiques), et une cohérence plus favorable pour la réussite. Elle pourrait aussi, reconforter, les enseignants et les étudiants, à retrouver un plus grand plaisir d'enseigner et d'étudier

6- Perspectives de recherches

Cette recherche qui a ouvert la porte des stratégies d'enseignement en architecture, offre plusieurs perspectives de recherches futures.

En effet, l'intérêt pour l'enseignement de l'architecture peut être élargi, et des stratégies d'enseignement spécifiques à l'enseignement de cette discipline. On pourrait donc proposer des stratégies pédagogiques pour enseigner d'autres paramètres environnementaux, mais aussi d'autres cours dans le programme.

Des recherches futures peuvent aussi s'intéresser à l'apprentissage, son évolution, et ses variations en fonction du niveau de la formation. Ceci menerait à proposer des approches pédagogiques adaptées à chaque niveau (licence, master, doctorat).

Pour finir, une autre perspective de recherche peut être proposée en lien avec les enseignants. En effet, dans cette recherche on s'est focalisé sur l'étudiant, mais des études comparatives peuvent être proposée afin d'observer ce processus apprentissage-enseignement sous l'angle de l'enseignant.

BIBLIOGRAPHIE

- Aliustaoglu, F et Tuna, A (2016). Developing Lesson Plan According to 4MAT Method. ERPAInternational Congresses on Education. 2-4 June 2016 Sarajevo/Bosnia and Herzegovina
- Almaiya, S et Elkadi, H (2014). Assessing the use of advanced daylight simulation modelling tools in enhancing students' learning experience, in: The Seventh International Conference of the Arab Society of Computer Aided Architectural Design (ASCAAD), 31 March - 3 April 2014, Jeddah, Saudi Arabia.
- Ames, C. (1987). The enhancement of student motivation. Dans M. Maehr et D. Kleiber (dir.), *Advances in motivation and achievement: enhancing motivation* (Vol. 5, p. 123-148). Greenwich, CT: JAI Press.
- Attia, S., Beltrán, L., De Herde, A. & Hensen, J. 2009. "Architect friendly": a comparison of ten different building performance simulation tools. *Journal of Building Performance Simulation*.
- Attia, S., Beltrán, L., De Herde, A. & Hensen, J. 2012. Selection criteria for building performance simulation tools: contrasting architects and engineers needs. *Journal of Building Performance Simulation*, 5, 155-169
- Appell, C. J. 1991. The effects of the 4MAT system on instruction, academic achievement and attitude in the elementary music classroom. Unpublished doctoral dissertation.
- Austin, M. (2007) Integration of design and technology. Available at: http://epress.lib.uts.edu.au/dspace/bitstream/handle/2100/464/Austin_Integration.pdf
- Badrinarayanan Srinivasan (2011). Application of Kolb's Experiential Learning Theory to Teaching Architectural Design Principles. *Design principles and practices: an international journal* Volume 5.
- Bachman C.H. (2010). Using Learning Styles As a Group Selection Technique, Center for Teaching Excellence, United States Military Academy
- Bandler, R., & Grinder, J. (1975). *The structure of magic*. Palo, Alto, CA: Science and Behavior Books
- Bandler and J. Grinder. (1979). *Frogs into Princes*, Real People Press
- Benezra, S. H. 1985. Bernice McCarthy's 4MAT learning style adaptations in middle school life science. Unpublished manuscript
- Banque mondiale. (2018). Rapport sur le développement dans le monde 2018, Apprendre pour réaliser la promesse de l'éducation. Washington DC : World Bank Group
- Baker N. (2000). We are all outdoor animals, *Architecture City Environment*, Proc. of PLEA 2000, (eds.) Koen Steemers and Simos Yannas, James & James, London (2000) 553-55
- Baker N; A. Fanchiotti; K. Streemers. (1993). *Daylighting in Architecture*. James & James: London
- Barbe, W.B. and Milone, M.N.J. (1981) What We Know about Modality Strengths. *Educational Leadership*, 38, 378-380
- Barbe, B, Swassing, R H, and Milone, MN. (1979). *Teaching through modality strengths: Concepts and practices*, Zaner-Bloser (1979)
- Baqi Alasady S T, Aboud Al Dulyme A W;(2021). The Effect of an Educational Program Based on the 4mat System on the Skillful Performance of the Students of the Institute of Fine Arts in the Subject of Graphic Art-Palarch's *Journal Of Archaeology Of Egypt/Egyptology* 18 (07), 1673-1691. ISSN 1567-214x. Published April, 2021
- Beaufils, B (2001) *Statistiques appliquées à la psychologie, Tome 1 : statistiques descriptives*. Paris,

- Bréal, p.99 et 101.
- Beranič, T., Heričko M. (2019). Introducing ERP concepts to IT students using an experiential learning approach with an emphasis on reflection. *Sustainability* 11 (18), 4992
- Bethell, Sally, and Kevin Morgan. (2011). "Problem-based and Experiential Learning: Engaging Students in an Undergraduate Physical Education Module." *Journal of Hospitality, Leisure, Sport and Tourism Education* 10, no. 1: 128–34
- Bhagyashri S et al. (2020). A practice-based approach to design education. DS 101: Proceedings of NordDesign 2020, Lyngby, Denmark, 12th - 14th August 2020
- Bhagyashri S et al. (2020). A practice-based approach to design education. DS 101: Proceedings of NordDesign 2020, Lyngby, Denmark, 12th - 14th August 2020
- Bielefeldt, Angela R., Bruce W. Berdainer, Kevin M. Caves, Mandar M. Dewoolkar, and Kurtis G. Paterson. (2011). "Diverse Models for Incorporating Service Projects into Engineering Capstone Design Courses." *International Journal of Engineering Education* 27, no. 6: 1206–20
- Biggs, J. (2001) Enhancing Learning: A Matter of Style or Approach? In R.J. Sternberg, L.F
- Blanckaert S et al. (2019). Apprendre la collaboration et apprendre par la collaboration dans un projet réel - à partir d'expériences en paysage et en architecture. *Questions de Pédagogies dans l'Enseignement Supérieur*, ENSTA Bretagne, IMT-A, UBO, Jun 2019, Brest, France. hal-02283995
- Bodart, M., & De Herde, A. (2002). Global energy savings in offices buildings by the use of daylighting. *Energy and Buildings*, 34, 421–429
- Bowers, P. S. (1987). The effect of the 4MAT system on achievement and attitudes in science. Unpublished doctoral dissertation. The University of North Carolina at Chapel Hill. , Ph.D. diss., University of North Carolina
- Boyatzis, Richard E., Scott S. Cowen, and David A. Kolb, eds. (1995). *Innovation in Professional Education: Steps on a Journey from Teaching to Learning*. San Francisco: Jossey-Bass
- Brandston, H.M. (2008). *Learning to see: a matter of light*. New York: Illuminating Engineering Society of North America
- Brown R D, Hallett M E, Stoltz R R (1994). Learning and teaching landscape architecture Student learning styles in landscape architecture education. *Landscape and Urban Planning* 30 (1994) 151-157. Elsevier Science
- Brown, N. C. (2004). Aesthetic Composition and the Language of Light, a Subject of Academic Inquiry. *Journal of Interior Design*, 30, 8-22
- Brower, Holly H. (2011). "Sustainable Development through Service-learning: A Pedagogical Framework and Case Example in a ird World Context." *Academy of Management Learning and Education* 10, no. 1: 58–76.
- Brower, K A, et al (2001) An investigation of undergraduate athletic training students' learning styles and program admission success *Journal of Athletic Training* Vol 36 No 2 pp 130e136
- Bülbül Handan and Özsoy Vedat. (2015) Student Views on the 4MAT Teaching Model Application in the Two Dimensional Art Studio Classes in the Fine Arts High School. *Anadolu Journal Of Educational Sciences International* December 2015
- Cabot, I. (2017). Le potentiel d'influence de l'intérêt scolaire dans la motivation des collégiens en difficulté. Article de conférence présentée dans le cadre du colloque intitulé « Journée de la recherche sur la motivation au collégial ». Congrès de l'Acfas, Montréal, mai 2017.
- Calvert, L. (2016). *Moving from compliance to agency: What teachers need to make professional learning work*. Oxford, OH : Learning Forward et NCTAF
- Carmel-Gilfilen, C. (2012). Uncovering pathways of design thinking and learning: inquiry on intellectual development and learning style preferences. *Journal of Interior Design*, 37(3), 47e66

- Carpenter, W.J. (2004). Design and Construction in Architectural Education. Ph.D. Thesis, University of Central England, Birmingham, UK
- Cassidy, S. (2004) Learning styles: An overview of theories, models, and measures. *Educational Psychology*, 24 (4), 419- 441
- Chebani, M. (2013). L'enseignement de l'architecture à l'École des beaux-arts d'Alger et le modèle métropolitain. Réceptions et appropriations. 1909-1962. Thèse de doctorat soutenue à l'Université Paris-Est
- Chen M.M, C.J.; Toh, S.C.; Ismail, W.M.F.W. (2005). Are learning styles relevant to virtual reality? *J. Res. Tech. Educ.* 2005, 28, 123–141.
- Childers, J. H. (1985). Neuro-linguistic programming: Enhancing teacher- student communications. *Humanistic Education and Development*, 24(1): 32–39
- ChiribogaMontalvo, C., Pinto Haro, J. (2019). Reforma de la carrera docente en Ecuador. Paris : IPE-UNESCO
- Claxton, C., & Murrell, P. (1987). learning styles: Implications for improved educational practices. Washington, DC: Clearinghouse on Higher Education, The George Washington University
- Coffield, F., Moseley, D., Hall, E., & Ecclestone, K. (2004). Should we be using learning styles? What research has to say to practice. Learning and Skills Research Center. www.LSRC.ac.uk
- Coffield, F., Moseley, D., Hall, E., & Ecclestone, K. (2004). Should we be using learning styles? What research has to say to practice. London: Learning and Skills Research Centre
- Colvin, H. (1978). *A Bibliographical Dictionary of British Architects 1600-1840'*, London
- Crehan, L. 2016. Structurer les carrières pour motiver les enseignants. Paris : IPE-UNESCO
- Cross, A. (1983): "The Educational Background to the Bauhaus", *Design Studies*, 4(1), 43 – 52
- Crowder G and Wagner, R. K. (1992). *The Psychology of Reading*, 2nd edn, Oxford University Press, 1992, Ch. 9
- Cunningham, A. (1993): *Architecture as Education* (before publication), London, University of Westminster
- Dahbi A et al. (2009). Conception d'un système hypermédia d'enseignement adaptatif centré sur les styles d'apprentissage : modèle et expérience *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire / International Journal of Technologies in Higher Education*, vol. 6, n° 1, 2009, p. 55-71
- Dantas L A, Cunha A (2020). An integrative debate on learning styles and the learning process. *Social Sciences & Humanities Open* 2 (2020) 100017. Elsevier
- Dembo M H, Howard K. (2007). Advice about the use of learning styles: a major myth in education, *J. Col. Read. Learn.* 37 (2) (2007) 101–109
- Demirbas O O, Demirkan H (2007). Learning styles of design students and the relationship of academic performance and gender in design education. *Learning and Instruction* 17. 345-359. Elsevier Ltd
- Demirbas O.O, Demirkan H(2003). Focus on architectural design process through learning styles. *Design Studies* 24, 2003, 437–456. Elsevier Science Ltd
- Demirkan H. (2016). An inquiry into the learning-style and knowledge-building preferences of interior architecture students. *Design Studies* 44. 28e51. 016 Elsevier Ltd
- Demirkan, H.& Demirbas, O. O.(2010) The effects of learning styles and gender on the academic performance of interior architecture students *Procedia Social and Behavioral Sciences* 2 pp 1390–1394
- Demirkan, H., & Demirbas, O. O. (2008). Focus on the learning styles of freshman design students. *Design Studies*, 29(3), 254e266

- Demirbilek N, Demirbilek O (2007). Architectural science and student-centred learning. 41st Annual Conference of the Architectural Science Association ANZAScA 2007 at Deakin University
- Demirkaya, H., Mutlu, M. & Uşak, M. (2003). 4MAT öğretim sistem modelinin çevre eğitimine uygulanması. Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 2(14), 68-82.
- De Vita, G. (2001). Learning styles, culture and inclusive instruction in the multicultural classroom: A business and management perspective. *Innov. Educ. Teach. Int.* 2001, 38, 165–174
- Dewey, J (1963). *Experience and Education*. New York, Macmillan.
- Dewsbury M, Law T, and Wallis L. (2014). Learning-by-making in building science education. Schnabel (eds.), *Across: Architectural Research through to Practice: 48th International Conference of the Architectural Science Association 2014*, pp. 71–81. The Architectural Science Association & Genova University Press
- Djabarouti J et O’Flaherty C. (2019). Experiential learning with building craft in the architectural design studio: A pilot study exploring its implications for built heritage in the UK. *Thinking Skills and Creativity* Volume 32, June 2019, Pages 102-113
- Dubois M C (2006). Integration of daylight quality in the design studio: from research to practice. PLEA2006 - The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture, Geneva, Switzerland, 6-8 September 2006
- Dubus, A. (2006). *La notation des élèves: comment utiliser la docimologie pour une évaluation raisonnée*. Paris: A. Colin
- Dunn, R. & Dunn, K. (1979). Using learning styles data to develop student prescriptions. In J.W. Keefe, (Ed.) *Student learning styles diagnosing and prescribing programs* (Chapter 12, pp. 109-122). Reston, VA: National Association of Secondary School Principals
- Dunn, R., Beaudry, J.S., and Klavas, A., “Survey of Research on Learning Styles,” *Educational Leadership*, Vol. 46, No. 6, 1989, pp. 50–58
- Durling, D., Cross, N., & Johnson, J. (1996). Personality and learning preferences of students in design and design-related disciplines. In *Proceedings of the International Design and Technology Educational Research and Curriculum Development Conference, IDATER 96*. Loughborough: Loughborough University
- Edwards, L., & Torcellini, P. (2002). *A Literature Review of the Effects of Natural Light on Building Occupants*. No. NREL/TP-550- 30769 National Renewable Energy Laboratory, 1–54
- Erwin, D.O. Spatz, T.S and Turturro, C.L. (1992), Development of an African–American role model intervention to increase breast self-examination and mammography, *J. Cancer Educ.* 7, pp. 311–319
- Eysenck, M .W. (Ed.).(1990).*The Blackwell dictionary of cognitive psychology* Cambridge, MA: Basil Blackwell
- Eysenck, H. J. (1990). Biological dimensions of personality. In L. A. Pervin (Ed.), *Handbook of personality: Theory and research* (pp. 244–276). The Guilford Press
- Faure, L., Gardiès, C., Marcel, J-F. (2017). Formation des enseignants : apprentissages professionnels d’enseignants novices au travers de régulations en situation de classe. *Formation et profession*, 25(3), 72-89. <http://dx.doi.org/10.18162/fp.2017.403>
- Felder, R.M. (1993). “Reaching the Second Tier: Learning and Teaching Styles in College Science Education,” *Journal of College Science Teaching*, Vol. 23, No. 5, 1993, pp. 286–290. Online at www.ncsu.edu/felder_public/Papers/Secondtier.html
- Felder, R.M. (1989). “Meet Your Students. 1. Stan and Nathan,” *Chemical Engineering Education*, Vol. 23, No. 2, 1989, pp. 68–69. Online at www.ncsu.edu/felder_public/Columns/Stannathan.html
- Felder, R.M. (1990). “Meet Your Students. 2. Susan and Glenda,” *Chemical Engineering Education*, Vol. 24, No. 1, 1990, pp. 7–8. Online at www.ncsu.edu/felder_public/Columns/

Susanglenda . ht ml

- Felder R M (2020). OPINION: USES, MISUSES, AND VALIDITY OF LEARNING STYLES. *Advances in Engineering Education*, 8(1), May 2020
- Felder, R.M. (1996). "Matters of Style," *ASEE Prism*, Vol. 6, No. 4, 1996, pp. 18–23. Online at www.ncsu.edu/felder-public/Papers/LS-Prism.htm
- Felder M R and Brent R (2005). Understanding Student Differences. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 57-72
- Felder, R.M., and Silverman, L.K. (1988). "Learning and Teaching Styles in Engineering Education," *Engineering Education*, Vol. 78, No. 7, 1988, pp. 674–681. Online at <http://www.ncsu.edu/felder-public/Papers/LS-1988.pdf>
- Felder, R. M., & Soloman, B. A. (1991). Index of learning styles questionnaire. North Carolina State University, 1991. Disponível em <http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/ILSdir/styles.htm>.
- Felder, R.M., and J. Spurlin, (2005). "Applications, Reliability and Validity of the Index of Learning Styles: A Meta-analysis," *International Journal of Engineering Education*, Vol. 21, No. 1, 2005, pp. 103-112
- Fernando O et al (2007). Teaching and Learning the Daylighting Phenomenon in Architecture with Physical Models. PLEA2007. The 24th Conference on Passive and Low Energy Architecture
- Fleming, N. D. (2001). Teaching and learning styles: VARK strategies. Christchurch, New Zealand: N.D. Fleming
- Fontein, L. (1997) Teaching lighting to architecture students: Technology as design inspiration: Proceedings of Right Light 4, Copenhagen, Denmark, pp.159-163
- Foy, Nancy. 1977. "Action Learning Comes to Industry." *Harvard Business Review* 55, no. 5: 158–68.
- From Shadow to Sparkle: The Art of Architectural Illumination (1998). Zumtobel Staff
- Fujii D.E. (1996). Kolb's learning styles and potential cognitive remediations of brain-injured individuals: An exploratory factor analysis study. *Professional Psychology, Research, and Practice*, 2731, 266-272
- Fulani O et al. (2016) GENDER, LEARNING STYLES AND PERFORMANCE OF 1ST YEAR ARCHITECTURE STUDENTS: FIRST STAGE OF A LONGITUDINAL STUDY. In: EDULEARN16 Conference, 4th-6th July 2016, Barcelona, Spain
- Fuller, Ian C. (2012). Taking Students Outdoors to Learn in High Places. *Area* 44, no. 1: 7–13
- Geary, W T and Sims, R R (1999) Adapting faculty and student learning styles: implications for accounting education in R R Sims and S J Sims (eds) *The importance of learning styles*, Greenwood Press, Westport
- Gelernter, M. (1988). Reconciling lectures and studios. *J. Archit. Educ.*, 41, 46–52
- Gholami, S., & Bagheri, M. S. (2013, July). Relationship between VAK Learning Styles and Problem Solving Styles regarding Gender and. *Journal of Language Teaching and Research*, pp. 700
- Gilakjani A.P, Ahmadi, S.M. (2011). Paper title: The Effect of Visual, Auditory, and Kinesthetic Learning Styles on Language Teaching. *International Conference on Social Science and Humanity*, 5, 496-472
- Gillian T (2019). Out of "touch"? – An experiential pedagogical approach to daylighting in architecture and interior design education. SHS Web of Conferences Volume 64, 2019. 14th European Architecture Envisioning Conference. <https://doi.org/10.1051/shsconf/20196402010>
- GMR (Rapport mondial de suivi de l'éducation Éducation pour tous). (2015). The challenge of teacher shortage and quality: Have we succeeded in getting enough quality teachers into classrooms? Policy paper 19
- Graf, S., Viola, S. R., Leo, T., & Kinshuk. (2007). In depth analysis of the Felder Silverman learning style dimensions. *Journal of Research on Technology and Education*, 40(1), 1e15

- Gurpinar, Erol, Hilal Bati, and Cihat Tetik. 2011. "Learning Styles of Medical Students Change in Relation to Time." *Advances in Physiology Education* 35, no. 3: 307–11
- Gregorc, A. F. 1982. *Gregorc style delineator: Development, technical and administrative manual*. Columbia, CT: Gregorc Associates
- Good, T. L. et Brophy, J. E. (2000). *Looking in c/assrooms* (8e éd). Reading, Mass. Addison-Wesley
- Guay, F. (2021). Consolider les connaissances en matière de réussite aux cycles supérieurs et en assurer la diffusion. Présentation inédite à la Rencontre d'échanges interordres. Axe 4 – Consolider les connaissances en matière de réussite et en assurer la diffusion (Chantier sur la réussite en enseignement supérieur du ministère de l'Enseignement supérieur). 5 février 2021
- Gülpinar, M. A. (2005). The principles of brain-based learning and constructivist models in education. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 5(2), 299-306. Retrieved from <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=4b91a629-03b1-4f03-8c9b-bd8032cb744f%40sessionmgr120>
- Hansen HK et Mullins M. (2014). Thompson, Emine Mine (ed.), *Fusion - Proceedings of the 32nd eCAADe Conference - Volume 2*, Department of Architecture and Built Environment, Faculty of Engineering and Environment, Newcastle upon Tyne, England, UK, 10-12 September 2014, pp. 613-620
- Han, J., Yin, H., 2016. 'Teacher motivation: Definition, research development and implications for teachers'. *Cogent Education*, 3(1)
- Harb JN, Durrant SO, Terry RE (1991). Use of the 4MAT system in engineering education. *Frontiers in Education Conference*, 21st. Annual Conference. Eng. Educ. New World Order Proc. 612-616
- Harvey, R. (2004). Beyond learning styles: Understanding the learning processes of engineering students through the interactive learning model. In *ASEE Annual Conference Proceedings "Engineering Education Researches New Heights"*
- Hawkar Akram Awla. Learning Styles and Their Relation to Teaching Styles. *International Journal of Language and Linguistics*. Vol. 2, No. 3, 2014, pp. 241-245. doi: 10.11648/j.ijll.20140203.23
- Hawkar Akram Awla. Learning Styles and Their Relation to Teaching Styles. *International Journal of Language and Linguistics*. Vol. 2, No. 3, 2014, pp. 241-245. doi: 10.11648/j.ijll.20140203.23
- Hawtrey Kim (2007) Using Experiential Learning Techniques, *The Journal of Economic Education*, 38:2, 143-152, DOI: 10.3200/JECE.38.2.143-152
- Hayes, J.; Allinson, C.W. Cultural differences in the learning styles of managers. *Manag. Int. Rev.* 1988, 28,75–80
- Healey Mick & Alan Jenkins (2000) Kolb's Experiential Learning Theory and Its Application in Geography in Higher Education, *Journal of Geography*, 99:5, 185-195, DOI: 10.1080/00221340008978967
- Hein, T.L., and Budny, D.D. (1999). *Teaching to Students Learning Styles: Approaches That Work*, Proceedings, 1999 Frontiers in Education Conference, Washington, D.C.: ASEE/IEEE
- Herrmann, N. (1990). *The Creative Brain*, Lake Lure, N.C.: Brain Books.
- Heschong L, Roger L. Wright & Stacia Okura (2002) Daylighting Impacts on Human Performance in School, *Journal of the Illuminating Engineering Society*, 31:2, 101-114, DOI: 10.1080/00994480.2002.10748396
- Holzer S M et Andruet R H (2000). *Experiential Learning in Mechanics with Multimedia*. Int. J. Engng Ed. Vol. 16, No. 5, pp. 372±384, 2000. TEMPUS Publications. Printed in Great Britain
- Honey, P., & Mumford, A. (1992). *The manual of learning styles*. Maidenhead, England: Peter Honey Publications
- Isoardi G. (2010). Evaluating the learning outcomes of an international field trip in postgraduate lighting design courses. *Journal of Learning Design*. 2010 Vol. 3 No. 3

- Jackson, E. K. (1992). Exploring the relationships between visual experience, learner traits, memory, and styles of visual presentation. (Doctoral dissertation, The Ohio State University, 1992). *Dissertation Abstracts International*, 53(05A), 1309
- Jackson PR (2001). The effects of teaching methods and 4MAT learning styles on community college students' achievement, attitudes, and retention in introductory microbiology. Ph.D. diss., Lynn University
- Jacobs, J. (1999). *Experiential education: The main dish, not just a side course*. Boulder, Colorado: Association for Experiential Education
- Jaju Anupam, Hyokjin Kwak & George M. Zinkhan (2002) Learning Styles of Undergraduate Business Students: A Cross-Cultural Comparison between the US, India, and Korea, *Marketing Education Review*, 12:2, 49-60, DOI: 10.1080/10528008.2002.11488787
- Jenks, M. & Dempsey, N. (2005) *Future forms and design for sustainable cities*. Oxford: Architectural Press
- Jensen, G., 1987. Learning styles. In: Judith Provost and Scott Anchors (Editors), *Applications of the Myers-Briggs Type Indicator in Higher Education*. Consulting Psychologists Press, Palo Alto, CA, pp. 181-206
- Johari A H and Muslim (2018). Application of experiential learning model using simple physical kit to increase attitude toward physics student senior high school in fluid. 4th International Seminar of Mathematics, Science and Computer Science Education. IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1013 (2018) 012032
- Jones Louise (1995) Application of Kolb's Learning Theory as a Framework for Teaching Universal Design, *Housing and Society*, 22:1-2, 62-76, DOI: 10.1080/08882746.1995.11430221
- Journel GM (2020). L'enseignement de l'architecture en danger. Laurent Lescop. *Enseignement de l'architecture : pratiques à inventer*
- Joyce, B., Weil, M. et Calhoun, E. (2015). *Models of teaching* (9e éd.). Boston, MA: Pearson
- Kanters, J., Horvat, M. & Dubois, M C. (2014). Tools and methods used by architects for solar design. *Energy & Buildings*, 68, 721-731
- Kaya H and E. (2002) Akċin, O'ġrenme biċemleri/stilleri ve hemṡirelik eġitimi, C.U. Hemṡirelik Yu̇ksėk Okulu Dergisi 6 pp. 31-36
- Keefe, J W (1979). Learning style: an overview, in: J.W. Keefe (Ed.), *Students Learning Styles: Diagnosing and Prescribing Programs*, NASSP, Reston, 1979
- Keeton M T et Tate P J. (1978). *Learning by experience--what, why, how?. New directions for experiential learning*. San Francisco: Jossey-Bass
- Keys, Louise. 1994. "Action Learning: Executive Development of Choice for the 1990s." *Journal of Management Development* 13, no. 8: 50
- Kemal O, Huseyin A (2014). The Effects of Learning Activities Corresponding with Students' Learning Styles on Academic Success and Attitude within the Scope of Constructivist Learning Approach: The Case of the Concepts of Function and Derivative. *Turk. J. Comput. Math. Educ.* 5(1):1-38
- Khorshidifard, S. (2014). A paradigm in architectural education: Kolb's Model and learning styles in studio pedagogy. ARCC Conference Repository
- Khurshid F and Mahmood N. (2012). Learning styles of natural sciences, social sciences and humanities students at graduate level, *Interdiscip. J. Contemp. Res. Bus.* 3 (9) 672-678
- King, S. P., & Mason, B. A. (2020). Myers Briggs Type Indicator. In B. J. Carducci & C. S. Nave (Eds.), *Wiley encyclopedia of personality and individual differences: Vol. II. Measurement and assessment*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons
- Kirby, J. R., Moore, P. J., & Schofield, N. J. (1988). Verbal and visual learning styles. *Contemporary Educational Psychology*, 13(2), 169-184. [https://doi.org/10.1016/0361-476X\(88\)90017-3](https://doi.org/10.1016/0361-476X(88)90017-3)

- Kirby, J. R. (1988). Style, strategy and skill in reading, Ch. 5 in R. R. Schmeck (ed.), *Learning Strategies and Learning Styles*, Plenum Press
- Koch, A., Schwensen, K., Dutton, T.A. and Smith, D. (2002) The redesign of studio culture: A report of the AIAS Studio Culture Task Force. The American Institute of Architecture Students. Retrieved on 5 July 2019 from <http://www.aias.org/studioculture/studioculturepaper.pdf>
- Kolb, D.A. (1976). *The Learning Style Inventory Technical Manual*. McBer and Co., Cambridge, MA
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall
- Kolb, D A (1985) *Learning style inventory: self-scoring test and interpretation booklet* McBer and Company, Boston, MA
- Kolb, A and Kolb, D A (2002) *Experiential Learning Theory bibliography* <http://www.learningfromexperience.com>
- Kolb, D. A. (2005). *The Kolb learning style inventory version 3.1*. London, UK: Hay Group
- Kolb D, Kolb A. (2013). *THE KOLB LEARNING STYLE INVENTORY- Version 4.0. A Comprehensive Guide to the Theory, Psychometrics, Research on Validity and Educational Applications*. Experience Based Learning Systems, Inc
- Kolb, A. Y., & Kolb, D. A. (2005). *The Kolb Learning Style Inventory—Version 3.1 2005 Technical specifications*. https://www.researchgate.net/profile/David_Kolb/publication/241157771_The_Kolb_Learning_Style_Inventory-Version_31_2005_Technical_Specifications/links/555910f508aeaaff3bf98ca9/The-Kolb-Learning-Style-Inventory-Version-31-2005-Technical-Specifications.pdf
- Kolb A Y& Kolb D A (2017). *Experiential Learning Theory as a Guide for Experiential Educators in Higher Education*. Experience Based Learning Systems, Inc. *ELTHE: A Journal for Engaged Educators*, Vol. 1, No. 1, pp. 7–4400
- Kolb, A. Y., & Kolb, D. A. (2012). *Experiential learning theory*. In N. M. Seel (Ed.), *Encyclopedia of the Sciences of Learning* (pp. 1215–1219). Boston: Springer
- Kolb, B., & Whishaw, I. Q. (1998). *Brain plasticity and behavior*. *Annual Review of Psychology*, 49(1), 43–64
- Kolb, D. A., & R. E Boyatzis. (1993). *Learning skills profile*. Boston, MA: McBer & Company
- Kolb, D A, Boyatzis, R and Mainemelis, C (2001) *Experiential Learning Theory: previous research and new directions* in R Sternberg and L Zhang (eds) *Perspectives on cognitive learning and thinking styles*, Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ
- Konak A et al (2013). *Using Kolb’s Experiential Learning Cycle to improve student learning in virtual computer laboratories*. *Computers & Education* 72 (2014) 11–22. 2013 Elsevier
- Kvan, T. and Yunyan, Jia (2005). *Students’ learning styles and their correlation with performance in architectural design studio*. In *Design Studies* 26(1), 19-34
- Kumar A (2019). *Lights camera action views on experiential learning in higher education in india*. *International Journal of Communication and Media Studies (IJCMS)* ISSN (P):2250-0014; ISSN (E): Applied Vol. 9, Issue 3, Jun 2019, 57-64
- Labib W et al (2019). *Learning style preferences of architecture and interior design students in Saudi Arabia: A survey*. *MethodsX* 6 (2019) 961–967
- Lawrence, G., (1982). *People Types and Tiger Stripes: A Practical Guide to Learning Styles*, 2nd edn. Centre for Applications of Psychological Types, Gainesville, FL
- Lawrence,G. (1993). *People Types and Tiger Stripes:A Practical Guide to Learning Styles*, 3rd ed., Gainesville, Fla.: Center for Applications of Psychological Type
- Le Corbusier. (1923). *Vers une architecture*. Editions Flammarion. ISBN 2081217449
- Lebrun, M. (2007). *Théories et méthodes pédagogiques pour enseigner et apprendre*
- Lechner N, *Heating, cooling, lighting: Design methods for architects*, 2nd Ed., John Wiley, New York

- (2001)
- Legendre, R. (2005). Dictionnaire actuel de l'éducation,. Éditeur :Guérin. 3^{ém} édition
- Lemire, D. S. (1987). The consulting school counselor and student learning style assessment. *Guidance Clinic*, 8–12
- Lewis L et Williams C. (1994). *Experiential learning: Past and present. EducationNew Directions for Adult and Continuing Education* . San Francisco, CA: Jossey- Bass, pp.5–16
- Lewis, A. (2015). Daylighting Standards: Some Lessons from History. 6th VELUX Daylight Symposium, London, 2-3 September 2015
- Lieberman, M. (1988). Report on the Fairfax County area III 4MAT geometry project. Fairfax, VA
- Lisoskie, P. S. 1989. Experimental teaching of right and left hemisphere methodology using biology as a content area. Unpublished master's thesis
- Litzinger, T.A., S.H. Lee, J.C. Wise, and R.M. Felder. (2007). A Psychometric Study of the Index of Learning Styles. *J. Engr. Education* 96(4), 309–319. <https://tinyurl.com/ILSValidity-Litzinger>
- Lumsdaine, M., and Lumsdaine, E. (1995). Thinking Preferences of Engineering Students: Implications for Curriculum Restructuring,” *Journal of Engineering Education*, Vol. 84, No. 2, 1995, pp. 193–204. Quelle place pour les TIC dans l'éducation ? Bruxelles, Belgique : De Boeck
- MackIntosh, L. (2014). Just Doing It: The Role of Experiential Learning and Integrated Curricula in Architectural Education. *The International Journal of Pedagogy and Curriculum*. 20 (3): pp. 67-78
- Mare RF (1993). Teaching Engineering Economy using Experiential Learning Cycle and a Novel Business Game. *The Eng. Econ.* 38(4):259-274
- Margaret G et al (2011). A Study of the Learning Styles of Undergraduate Social Work Students. *Journal of Evidence-Based Social Work*, 8:294–303, 2011 Copyright © Taylor & Francis Group, LLC Marton F, Describing and improving learning, Ch. 3 in R. R. Schmeck (ed.), *Learning Strategies*
- Massey M G, Kim, S H, Mitchell C (2011). A study of the learning styles of undergraduate social work students, *J. Evid.-Based Soc. Work* 8 (3) (2011) 294–303
- Matthews, D.B.(1994). An investigation of students' learning styles in various disciplines in colleges and universities. *J. Humanist. Couns.* 33, 65–74
- Maugeri McKain L N (1993). Analysis of McCarthy Learning Styles and Integration of Critical and Creative Thinking. Critical and Creative Inking Capstones Collection. Master of Arts. B.S., LOWELL STATE COLLEGE, M.A., UNIVERSITY OF MASSACHUSETTS AT BOSTON
- Mc Caullay, M. H. (1990). The MBTI and individual pathways in engineering design. *Engineering Education*, 80(5), 537-542
- Mc Minn T. (2004). Implementing lighting visualisation using computer simulations. The 38th International Conference of Architectural Science Association ANZAScA “Contexts of architecture”, Launceston, Tasmania, 10–12 November 2004
- McCarthy, B. (1980). *The 4MAT system: Teaching to learning styles with right/left mode techniques*. Barrington, IL: Excel
- McCarthy, B. (1997). A tale of four learners, *Educational Leadership*, 54 (6), 46-51
- McCarthy, B. (2000). *About teaching 4MAT in the classroom*. Illinois: About Learning Inc
- McCarthy, B. 1987. *The 4MAT System: Teaching to learning styles with right/left mode techniques*. Barrington, IL: About Learning Inc
- Mehrotra S, Sunil Basukala, Shiva Devarakonda (2015). Effective Lighting Design Standards Impacting Patient Care: A Systems Approach. *Journal of Biosciences and Medicines*
- Mentkowski, Marcia. (2000). *Learning that Lasts: Integrating Learning, Development, and Performance in College and Beyond*. San Francisco: Jossey-Bass

- Messier, G. (2014). Proposition d'un réseau conceptuel initial qui précise et illustre la nature, la structure ainsi que la dynamique des concepts apparentés au terme méthode en pédagogie. Thèse de doctorat inédite. Université du Québec à Montréal, Montréal, QC. Récupéré de <http://www.archipel.uqam.ca/6822/1/02770.pdf>
- Millet M, M. (1996) .Light Revealing Architecture, Van Nostrand Reinhold, New York
- Millet, M. & Loveland, J. (1997) Teaching light: Its Importance in architectural education: Proceedings of Right Light 4, Copenhagen, Denmark, pp.169-173
- Mills, J., Ayre, M., Hands, D. & Carden, P. (2005). Learning about learning styles: can it improve engineering education? Mountain Rise, Vol. 2, No. 1, pp. 145-182
- Mostafa, M., & Mostafa, H. (2010). How do architects think? Learning styles and architectural education. International Journal of Architectural Research, 4(2e3), 310e317.
- Murrell, P. H., & Claxton, C. S. (1987). Experiential learning theory as a guide for effective teaching. Counselor Education and Supervision, 27(1), 4–14. <https://doi.org/10.1002/j.1556-6978.1987.tb00735.x>
- Muscat M et Mollicone P (2012). Using Kolb's learning cycle to enhance the teaching and learning of mechanics of materials. International Journal of Mechanical Engineering Education, Volume 40, Number 1 (January 2012), Manchester University Press <http://dx.doi.org/10.7227/IJMEE.40.1.10>
- Naimie, Z., Siraj, S., Shagholi, R., Abuzaid, R.A. (2010) Did you cook your lesson based on right recipe? (Accommodating the Students Preferences in Class) Social Behavioral Sciences, 2, 383-387
- Neha Kolhe, Aparna T. (2017). Learning Architecture through Experimentation. International Journal of Engineering Research and Technology. ISSN 0974-3154 Volume 10, Number 1
- Newland, P., Powell, J., & Creed, C. (1987). Understanding architectural designers' selective information handling. Design Studies, 8(1), 1e17.
- Newton, P., & Bristoll, H. (2009). Spatial ability test 1. From <http://www.psychometric-success.com/downloads/download-spatial-ability-practice-tests.htm>
- Nicol, D.; Pilling, S. Changing Architectural Education: Towards A New Professionalism; Taylor & Francis: Abingdon, UK, 2005
- Nicoll-Senft, Joan M (2009). Assessing the Impact of the 4MAT Teaching Model Across Multiple Disciplines in Higher Education. College Teach. J. (58):19-27
- Nowacki A S (2011). Using the 4MAT Framework to Design a Problem-based Learning Biostatistics Course. J. Stat. Educ. 19(3):1- 24
- Nussbaumer, L., & Guerin, D. A. (2000). The relationship of learning styles and visualization skills among interior design students. Journal of Interior Design, 24(1) 1-15
- Nussbaumer L L. (2001). theoretical Framework for Instruction That Accommodates All Learning Styles. Interior Design Educators Council, Journal of Interior Design 27(2), 35-45
- Orhun N (2007). An investigation into the mathematics achievement and attitude towards mathematics with respect to learning style according to gender. Int. J. Math. Educ. Sci. Technol. (38):321-333
- Osterman, K. F., & Kottkamp, R. B. (1993). Reflective practice for educator: Improving schooling through professional development. Thousand Oaks, CA: Corwin Press Inc
- Ozersay, F. (2003). A Post-structuralist Analysis of the Architectural Education - Technology Relationship. Phd thesis in school of architecture university of Sheffield
- Parmentier, P. et Paquay, L. (2002). En quoi les situations d'enseignement/apprentissage favorisent-elles la construction de compétences? Développement d'un outil d'analyse : le Comp.A.S. Louvain-la-Neuve : Université catholique de Louvain
- Pashler, H., McDaniell, M., Rohrer, D., & Bjork, R. (2009) Learning styles: Concepts and evidence.

- Psychological Science in the Public Interest, 9(3), 105-119
- Pask G, Learning strategies, teaching strategies and conceptual or learning style, Ch. 4 in R. R Peacock, M. (2001) Match or mismatch? Learning styles and teaching styles in EFL. *International Journal of Applied Linguistics*, 11(1), 1-20
- Peker, M. (2003). Investigate the effects of 4MAT instructional system on students' achievement and their attitudes (Doctoral dissertation). Ankara: Faculty of Ankara: Faculty of Education University of Gazi
- Peters T N (2009). Using "high dynamic resolution photography" as a design tool. California Polytechnic State University
- Peters T N (2012). Teaching Passive Solar Design To Beginning Design Students. Proceedings of the 2012 World Renewable Energy Forum. Boulder: American Solar Energy Society
- Plass, J. L., Chun, D. M., Mayer, R. E., &Leutner, D. (1998). Supporting visual and verbal learning preferences in a second-language multimedia learning environment. *Journal of Educational Psychology*, 90(1), 25–36. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.90.1.25>
- Poldma, T. 2009. Learning the Dynamic Processes of Color and Light in Interior Design. *Journal of Interior Design*, 34, 19-33
- Prince, Michael J., and Richard M. Felder. 2006. "Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases." *Journal of Engineering Education* 95, no. 2: 123–38
- Pride, Ld.(2012). What are learning styles? From <http://www.ldpride.net/learningstyles.MI.htm>
- Pruekpramool, C. (2011). The development of the science of sound in traditional Thai musical instruments interdisciplinary course for non-science upper secondary school students by using integrated teaching approach (Unpublished doctoral dissertation). Srinakharinwirot University, Bangkok, Thailand
- Reid, J.M. (1987) The learning style preferences of ESL students. *TESOL Quarterly*,21(1), 87–111
- Revens, Reginald W. 1980. *Action Learning: New Techniques for Management*. London: Blond & Briggs
- Ridgway, S.H. (2003). Construction Knowledge and the Design Studio: The Question of Integration. *Arch. Theory Rev* 8, 152–163
- Rodriguez C M. (2017). A method for experiential learning and significant learning in architectural education via live projects. *Arts & Humanities in Higher Education*, journals.sagepub
- Russ, R., & Weber, M. (1995). Personality types of interior design students: Implications for education. *Journal of Interior Design*, 21(1), 30e38
- Sagun, A., Demirkan, H. and Goktepe, M. (2001) A framework for the design studio in web-based education' *Journal of Art and Design Education* Vol 20 No 3
- Sajedi, R. (2014). The study of relationship between learning styles and level of creativity among students in Semnan University of Medical Sciences. *Int. J. Sci. Manag. Devel.* 2, 646–651
- Salama A (2007). Learning from Qatari architecture: impressionistic evaluation and experience based pedagogy. 41st Annual Conference of the Architectural Science Association ANZAScA 2007 at Deakin University
- Salama A M (2010). Delivering theory courses in architecture: inquiry-based, active, and experiential learning INTEGRATED. *Archnet-IJAR, International Journal of Architectural Research*. Special Volume: Design Education: Explorations and Prospects for a Better Built Environment
- Sano , H. (2007), Invited Voice of a ree Decade-Experience: Community Based Design Learning: Democracy and Collective Decision Making, In A. M. A. Salama& N. Wilkinson (Eds), *Design studio pedagogy: Horizons for the future*. Gateshead, U.K: Urban International Press
- Sarawgi T (2004). Using Computers as a Spatial Visualization and Design Exploration Medium In

- Architecture in the Network Society: 22nd eCAADe Conference Proceedings, 325-332.
eCAADe: Conferences. Copenhagen, Denmark: Royal Danish Academy of Fine Arts, 2004
- Sarawgi T. (2013). Claiming a Slice of the Sun: Daylighting in Interior Design Education. INTERIOR DESIGN EDUCATORS COUNCIL. CONFERENCE PROCEEDINGS FEBRUARY 17-19, 2013 INDIANAPOLIS, INDIANA
- Schaefer, John J., Allison Vanderbilt, Carolyn L. Cason, and Deborah Navedo. (2011). Literature Review: Instructional Design and Pedagogy Science in Healthcare Simulation. *Simulation in Healthcare* 6, no. 7: S30–S41
- Schmeck (1988). *Learning Strategies and Learning Styles*, Plenum Press
- Schmitt, C. S., & Domingues, M. J. C. S. (2016). Estilos de aprendizagem: Um estudo comparativo. *Avaliação*, Campinas; Sorocaba, SP, 21(2), 361–385
- Seidel J P and Kodikara J K(2015). Current issues in academia and geoenvironmental education .
https://www.researchgate.net/publication/265307662_CURRENT_ISSUES_IN_ACADEMIA_AND_GEOENGINEERING_EDUCATION
- ŞekerBurcuSezginsoy, ÖvezFiliz Tuba Dikkartın (2018). The Integration of the 4MAT Teaching Model with the Interdisciplinary Structure: A New Model Proposal and Test. *EURASIA J Math Sci and Tech Ed*
- Senbel M. (2012). Experiential Learning and the Co-creation of Design Artifacts: A Hybrid Urban Design Studio for Planners. *Journal of Planning Education and Research* 32(4) 449–464. 2012
- Shareef S S and Farivarsadri G. (2020). An Innovative Framework for Teaching/Learning Technical Courses in Architectural Education. *Sustainability MDPI* 2020, 12, 9514; doi:10.3390/su12229514
- Sharma Runaaz (2017). Experiential learning and climate change education : effect of predict-observe-explain strategy on pre-service teachers understanding of sea level rise. *Journal of Educational Studies* Volume 32, No. 1, 2017. School of Education University of the South Pacific
- Sharp, J.E. (2003). A Resource for Teaching a Learning Styles/Team- work Module with the Soloman-Felder Index of Learning Styles, *Proceedings, 2003 Frontiers in Education Conference, Washington, D.C.: ASEE/IEEE*
- Sharp, J.E. (1998). Learning Styles and Technical Communication: Improving Communication and Teamwork Skills,” *Proceedings, 1998 Frontiers in Education Conference, Washington, D.C.: ASEE/IEEE*
- Shaughnessy, M. F. (1998 January/February). An interview with Rita Dunn about learning styles. *The Clearing House*, 71, 141-145
- Shenwai, M.R.; Patil, K.B. (2017). Assessment of learning style preferences and their influence on gender & academic performance among first year medical undergraduate students. *Natl. J. Integr. Res. Med.* 2017, 8, 109–115
- Shields, Stephanie A., Matthew J. Zawadzki, and R. Neill Johnson. (2011). Impact of Workshop Activity for Gender Equity Simulation in the Academy (WAGES-Academic) in Demonstrating Cumulative Effects of Gender Bias. *Journal of Diversity in Higher Education* 4, no. 2: 120–29
- Shiralkar, S. W. (2016). *IT through experiential learning: Learn, deploy and adopt IT through gamification*. Berkeley, CA: Apress.
- ShuiKau Chiu (2019) Innovative experiential learning experience: Pedagogical adopting Kolb’s learning cycle at higher education in Hong Kong, *Cogent Education*, 6:1, 1644720
- Silverman L.K. (2002). *Upside-Down Brilliance: The Visual-spatial Learner*, De Leon Publishing
- Sims, R R, et al (1986) The reliability and classification stability of the Learning Style Inventory *Education and Psychological Measurement* Vol 46 No Autumn pp 753e760
- Sims, R. R., & Sims, S. J. (Eds). (1995). *Learning enhancement in higher education*. In *The Importance*

- of learning Styles: Understanding the Implications for Learning, Course Design, and Education (pp. 1-24). Westport, CT: Greenwood Press
- Slavich, George M., and Philip G. Zimbardo. (2012). Transformational Teaching: Theoretical Underpinnings, Basic Principles, and Core Methods. *Educational Psychology Review* 24, no. 4: 569–608
- Smith, D M and Kolb, D A (1996) User's guide for the learning-style McBer and Company, Boston
- Smith, P., & Dalton, J. (2005). Getting to grips with learning styles. Australian Government: NCVER
- Southall R. (2011). High Dynamic Range Imaging in Design Education. *CEBE Transactions*, Vol. 8, Issue 2, December 2011
- Spatz TS (1991). Improving breast self-examination training by using the 4MAT instructional model. *J. Cancer Educ.* 6:179-183
- Spaulding J T (2010). The effects of experiential learning with playfulness in the adult education classroom. Phd thesis of Education. The Pennsylvania State University The Graduate School College of Education
- Sperry, R.W. (1973). Lateral specialization of cerebral function in the surgically separated hemispheres. In F. J. McGuigan & R. A. Schoonover (Eds.), *The Psychophysiology of Thinking* (pp. 209- 222). New York: Academic Press
- Spiro, R.J., Feltovich, P.J., Jacobson, M.J., & Coulson, R.L. (1992). Cognitive exibility, constructivism, and hypertext: random instruction for advanced knowledge acquisition in ill-structured domains. In T. Duffy (Ed.), *Constructivism and the technology of instruction* (p. 57-). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc
- Stannard S, *Designing With Light: A Studio Investigation*, Proceedings of RIGHT LIGHT 4, IAEEL, Copenhagen, Denmark (1997), Vol. 2, pp. 175-180
- Sternberg, R. J. (1998). *Thinking styles*. New York, NY: Cambridge University Press
- Sternberg, R.J., Grigorenko, E.L., Ferrari, M., & Clinkenbeard, P. (1999) A triarchic analysis of an aptitude– treatment interaction. *European Journal of Psychological Assessment*, 15, 1–11
- Stice, J.E. (1987). “Using Kolb’s Learning Cycle to Improve Student Learning,” *Engineering Education*, Vol. 77, No. 5, 1987, pp. 291–296.
- Stinespring, J. & Kennedy, L. (1993). Using the 4MAT learning style inventory in the art classroom, Paper presented at 32nd Annual Conference of the Texas Art Education Association, Texas
- Sweeting, B. (2014). Not all conversations are conversational: A reflection on the constructivist aspects of design studio education. *Constr. Found.* 2014, 9, 405–406
- Szewczyk, L. (1987). Effects of 4MAT, an experimentally-based teaching method upon achievement and selected attitudinal factors of high school geometry students. Unpublished doctoral dissertation
- Szokolay, S. (1994). *Science in Architectural Education*, ANZASCA’94, Brisbane
- Tardif, J. (1992). *Pour un enseignement stratégique: l'apport de la psychologie cognitive*. Montréal, QC : Éditions Logiques
- Tardif, J. (2001). *De l'enseignement à l'apprentissage : pour une rupture paradigmatique*. Virage express edition spéciale, 3(6)
- Tatar E, Dekici D (2009). The effect of the 4MAT method (learning styles and brain hemispheres) of instruction on achievement in mathematics. *Int. J. Math. Educ. Sci. Technol.* 40(8):1027-1036
- Taylor, Anna-So a Alkind, Per Backlund, and Lars Niklasson. (2012). *E Coaching Cycle: A Coaching-by-Gaming Approach in Serious Games.* *Simulation and Gaming* 43, no. 5: 648–72
- Tezel, E et Casakin H (2010). Learning styles and students' performance in design problem solving. *Archnet-IJAR, International Journal of Architectural Research - Volume 4 - Issues 2-3 - July and November 2010*
- Theodorson J. (2011). *An Integrated Approach to Teaching Light: Bridging Studio and Systems*.

- Conference proceedings interior design educators council 2011 annual conference denver, co march 16–19, 2011
- Theodorson, J (2012). Teaching Light: Constructing Knowledge Across Multiple Dimensions. Proceedings of 2nd International Congress on Architectural Ambiances, Montreal, Canada
- Theodorson, J. (2014). Energy, Daylighting, and a Role for Interiors. *Journal of Interior Design*, 39, 37-56
- Theodorson J. (2017). Visualizing Daylight as a Material of Architecture: Empirical and Literary Explorations. Proceedings of 33rd PLEA International Conference design to thrive
- Timken, Gay L., and Je McNamee. (2012). New Perspectives for Teaching Physical Education: Preservice Teachers' Reactions on Outdoor and Adventure Education. *Journal of Teaching in Physical Education* 31, no. 1: 21–38
- Torrance E.P and. Rockenstein Z L. (1988). Styles of thinking and creativity, Ch. 10 in R.R. Schmeck (Ed.), *Learning Strategies and Learning Styles*, Plenum Press
- Torres J C (2018). L'évaluation des élèves : entre approximations et constantes macabres. <https://www.educavox.fr/formation/analyse/l-evaluation-des-eleves-entre-approximations-et-constantes-macabres>
- Tournier, B. ;Chimier, C. ; Childress, D. ; Raudonyte, I. (2019). Teacher career reforms: Learning from experience, Paris: IPE-UNESCO
- Treacy, G. (2015). Exploring daylight - new learning technologies in lighting education. International Professional Lighting Design Conference Oct 2015
- Tremblay-Wragg, É (2018). « Utilisation de stratégies pédagogiques diversifiées par quatre formateurs universitaires : quelle participation à la motivation à apprendre de leurs étudiants? » Thèse. Montréal (Québec, Canada), Université du Québec à Montréal, Doctorat en éducation
- TTF (Équipe spéciale internationale sur les enseignants pour Éducation 2030). (2016). Teacher motivation: What do we know and what do we need to achieve Education 2030 agenda? Report on the 9th Policy Dialogue Forum. Paris : TTF
- Tuan.L.T. (2011) Matching and Stretching Learners' Learning Styles. *Journal of Language Teaching and Research*, 2(2), 285-294
- Tucker, R. (2007). Southern drift: the learning styles of first-and third-year students of the built environment. *Architectural Science Review*, 50(3), 246e255
- Tucker, R. (2009). Getting old and heading south: the academic success of Southern learners in design cohorts. *Higher Education Research & Development*, 28(2), 195e207
- Tural, M. 2006. An approach to integrate lighting concepts into interior design studios: A constructivist educational framework. In: YENER, C. (ed.). ProQuest Dissertations Publishing
- Ulric Aylwin (1997). Les croyances qui empêchent les enseignants de progresser. *Pédagogiecollégiale*. Vol. 11 no 1
- Ulrich, R., &Zimring, C. (2004). The role of the physical environment in the hospital of the 21st century: A once in a lifetime opportunity. Center for Health Design
- UNESCO. (2016). Éducation2030 : Déclaration d'Incheon et Cadre d'action pour la mise en œuvre de l'Objectif de développement durable 4 : Assurer à tous une éducation équitable, inclusive et de qualité et des possibilités d'apprentissage. Paris : UNESCO
- UNESCO IIRCA (Institut international de l'UNESCO pour le renforcement des capacités en Afrique). (2017). Teacher support and motivation framework for Africa: Emerging patterns. Addis-Abeba : UNESCO IIRCA
- UNESCO. (2020). Guide pour l'élaboration d'une politique enseignante Paris : UNESCO
- Ursin VD (1995). Effects of the 4MAT system of instruction on achievement, products, and attitudes toward science of 9th. grade students. Ph.D. diss., Univ. of Connecticut
- Uyangor, Sevinç Mert (2012). The effectiveness of the 4MAT teaching model upon student

- achievement and attitude levels. *Int. J. Res. Stud. Educ.* 12:43-53
- Veres, J G, Sims, R R and Shake, L G (1987) The reliability and classification stability of the Learning Style Inventory in corporate settings *Educational and Psychological Measurement* Vol 47 No 4 pp 1127e1133
- Viau, R. (2009). *La motivation à apprendre en milieu scolaire*. Saint-Laurent, QC: Éditions du Renouveau Pédagogique
- Vitalis L et Baron G (2020). *Pratiquer ≠ Enseigner ≠ Théoriser*. Laurent Lescop. *Enseignement de l'architecture : pratiques à inventer*
- Voyatzaki, M. (2002). *The Teaching of Construction in Architectural Education: Current Pedagogy and Innovative Teaching Methods*; European Association for Architectural Education: Hasselt, Belgium
- WareesiriSinghasiri et al. (2004). Survey of KMUTT Architecture Students Learning Styles : An Implication to Course Development and Classroom Teaching. *KMUTT Research and Development Journal* vol. 27, no. 2 (Apr.-Jun. 2004), p. 131-145
- Watson, D. (1997) Architecture, technology, and environment. *Journal of Architectural Education*, 51(2), 119-126
- Wehrwein, E.A.; Lujan, H.L.; DiCarlo, S.E. (2007). Gender differences in learning style preferences among undergraduate physiology students. *Adv. Physiol. Educ.* 2007, 31, 153–157
- Willcoxson, L and Prosser, M (1996) Kolb's learning style inventory (1985): review and further study of validity and reliability *British Journal of Educational Psychology* Vol 66 pp 251e261
- Witkin, H. A., P.K. Oltman, E. Raskin, & S.A. Karp. (1971). *Manual for the group embedded figures test*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press, Inc
- Yimam, W. (2019). *Teacher career reforms in Ethiopia*. Paris : IPE-UNESCO
- Young, D. B. 1986. Administrative implications of instructional strategies and student learning style preferences on science achievement of seventh grade students. Unpublished doctoral dissertation. The University of Hawai'i
- Zywno, M.S. 2003. "A Contribution to Validation of Score Meaning for Felder-Soloman's Index of Learning Styles." *Proceedings of the 2003 ASEE Annual Conference and Exposition*. Arlington, VA: American Society for Engineering Education. <https://tinyurl.com/ILSValidity-Zywno>

ANNEXES

- **Annexe 1** : Avantages de l'identification des styles d'apprentissage

Les trois avantages de l'identification des styles d'apprentissage selon Ldpride (2012) :

1- Les avantages académiques :

Ils incluent l'amélioration de la capacité d'apprentissage des étudiants, le triomphe de toutes les étapes de l'enseignement, la découverte de la manière idéale d'étudier et l'obtention de bonnes notes aux tests et aux examens, le contrôle des limites de la classe, la réduction de la frustration et du niveau de stress et l'élargissement du répertoire d'apprentissage existant et des stratégies pédagogiques.

2- Les mérites personnels

Ils comprennent l'augmentation de l'estime de soi et de la confiance en soi des étudiants, l'apprentissage de la meilleure façon en optimisant le cerveau des apprenants, la connaissance des points forts et des points faibles des étudiants, l'apprentissage en rendant l'apprentissage plus agréable, l'augmentation de la motivation pour l'apprentissage et l'apprentissage en renforçant les capacités des étudiants (capacités et compétences innées).

3- Les vertus professionnelles

Elles englobent le fait d'être informé sur des sujets professionnels, d'obtenir un avantage sur la concurrence, d'être efficace dans la gestion d'équipe, de développer les capacités des étudiants et de gagner en puissance.

- **Annexe 2** : Définition des styles d'apprentissage

Différents termes ont été utilisés dans la littérature ; tels que : style d'apprentissage, style cognitif, préférence sensorielle et types de personnalité. Certains de ces termes, dans certains cas, ont été utilisés de manière interchangeable, tandis qu'à d'autres occasions, ils ont été différenciés (Cassidy, 2004).

Le style d'apprentissage est défini comme « la manière complexe et les conditions dans lesquelles les apprenants perçoivent le plus efficacement, traiter, stocker et rappeler ce qu'ils tentent d'apprendre » (James et Gardner, 1995 : 20), tandis que les styles cognitifs sont définis comme « la ou les manières naturelles, habituelles et préférées d'un individu d'absorber, de traiter et de retenir de nouvelles connaissances, informations et compétences » (Reid, 1995). Mortimore (2003) fait une distinction entre les styles d'apprentissage et les styles cognitifs. Il indique que les styles d'apprentissage sont davantage perçus en termes de stratégies que les apprenants utilisent pour faire face à l'apprentissage et sont considérés comme moins stables.

En revanche, les styles cognitifs sont relativement stables. Ainsi, les styles d'apprentissage, par opposition aux préférences des apprenants, peuvent être étirés avec le temps. Il convient de noter que la distinction entre style cognitif et style d'apprentissage n'est pas parfaitement claire, car certains auteurs utilisent le style cognitif comme un terme plus général qui inclut les styles d'apprentissage (Williamson et Watson, 2006).

Le style d'apprentissage est défini par Kolb (Smith & Kolb, 1996) comme « la façon dont une personne gère les idées et les situations quotidiennes » (p. 1). Dunn, qui a mené des études à long terme sur les styles d'apprentissage, définit les styles d'apprentissage comme suit : "Les styles d'apprentissage sont l'utilisation de manières différentes et spécifiques par chaque élève pour se préparer à apprendre, apprendre et se souvenir des informations nouvelles et difficiles" (Boydak HA et al, 2005).

Le style d'apprentissage peut être défini comme une approximation personnellement préférée pour la collecte et le traitement des informations, la formation d'une idée, la prise de décision et les attitudes et intérêts (Orhun N, 2007). De même, McCarthy (1987) définit le style d'apprentissage comme la préférence des individus dans l'utilisation de leur capacité à percevoir et à traiter l'information.

Les styles d'apprentissage sont des « comportements cognitifs, affectifs et psychologiques caractéristiques qui servent d'indicateurs relativement stables de la façon dont les apprenants perçoivent, interagissent et réagissent à l'environnement d'apprentissage » (Keefe JW, 1979).

Chaque personne développe ses propres approches d'apprentissage. Certaines personnes peuvent préférer le mode sensoriel auditif tandis que d'autres utilisent le mode sensoriel visuel. Ces préférences reflètent le style d'apprentissage d'une personne. Le style d'apprentissage fait référence à la préférence de l'individu quant à la façon d'apprendre (Uzuntiryaki E et al, 2004).

- **Annexe 3 : Styles d'apprentissage**

Les styles d'apprentissage sont une combinaison de nombreuses caractéristiques biologiques et expérientielles, avec des caractéristiques imposées qui contribuent à la concentration, chacune à sa manière et groupée ensemble comme une unité.

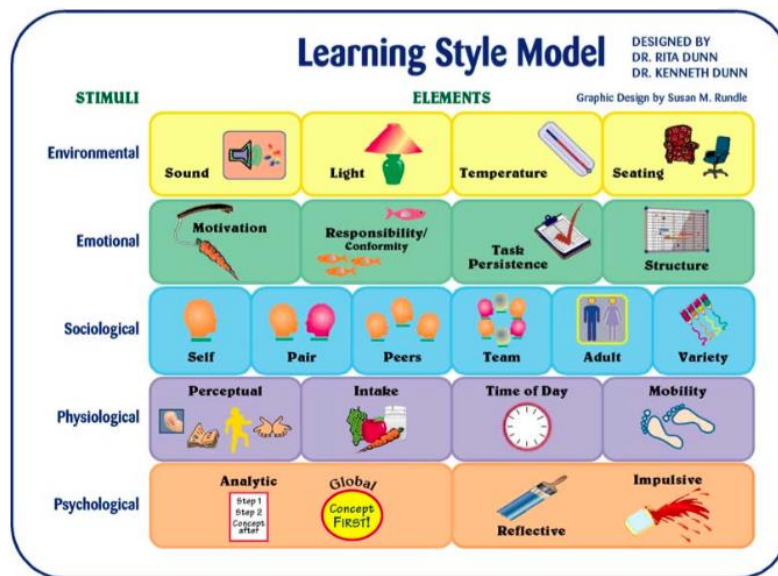
Le style d'apprentissage ne se limite pas simplement à savoir si un étudiant se souvient plus facilement d'informations nouvelles et difficiles en entendant, en voyant, en lisant, en écrivant, en illustrant, en verbalisant ou en expérimentant activement ; la force perceptive n'est qu'une partie du style d'apprentissage. Il ne s'agit pas non plus de savoir si une personne traite l'information de manière séquentielle ou analytique plutôt que de manière holistique, simultanée et globale ; le style de traitement de l'information n'est qu'une composante du style. Il est important de reconnaître non seulement les comportements individuels, mais d'explorer et d'examiner l'ensemble des inclinations de chaque personne envers l'apprentissage (Dunn et al, 2001).

Le style d'apprentissage, en tant que tel, est la manière dont chaque apprenant commence à se concentrer, à traiter, à absorber et à retenir des informations nouvelles et difficiles (Dunn & Dunn, 1992 ; 1993 ; 1999). L'interaction de ces éléments se produit différemment chez chacun. Par conséquent, il est nécessaire de déterminer ce qui est le plus susceptible de déclencher la concentration de chaque élève, comment la maintenir et comment réagir à son style de traitement

naturel pour produire une mémoire et une rétention à long terme. Pour révéler ces tendances et styles naturels, il est important d'utiliser un modèle complet de style d'apprentissage qui identifie les forces et les préférences de chaque individu à travers le spectre complet des éléments physiologiques, sociologiques, psychologiques, émotionnels et environnementaux (figure 1).

Les enseignants ne peuvent pas identifier correctement tous les éléments du style d'apprentissage ; certains aspects ne sont pas observables à l'œil expérimenté (Beatty, 1986). Cependant, un instrument d'identification du style d'apprentissage correctement administré influence positivement l'expérience d'apprentissage et augmente considérablement l'aptitude et la réussite.

Figure 1: Style d'apprentissage de Dunn et Dunn



(Source : Dunn et Dunn, 1975)

▪ **Annexe 4 :** Modèle des styles d'apprentissage de Honey et Mumford

La théorie de l'apprentissage expérientiel de Kolb (1984) et son modèle des styles d'apprentissage forment la base du modèle des styles d'apprentissage développé par Honey et Mumford (1992). Le modèle de Honey et Mumford (Questionnaire sur les styles d'apprentissage – LSQ) établit les styles d'apprentissage à partir des stratégies que les apprenants utilisent pour saisir et transformer l'information. Ce sont : activiste, réflecteur, théoricien et pragmatique, correspondant respectivement aux stratégies AE, RO, AC et CE du cycle de Kolb.

- Les apprenants Activistes apprennent mieux dans des situations d'action concrète, où l'expérimentation, l'apprentissage en faisant des erreurs est favorisé. Les activités de discussion de groupe, la résolution de problèmes, les énigmes et le remue-méninges sont des stimuli qui favorisent l'apprentissage des individus activistes.
- Les Réflecteurs partagent un style d'apprentissage qui préfère une combinaison d'observation et de réflexion pour apprendre. Ils envisagent de nombreuses possibilités et implications dans un acte avant de prendre une décision. Les activités qui leur donnent le temps

d'enquêter et de réfléchir, de revenir en arrière et d'observer, de revoir ce qui s'est passé, sans délais, sont préférées par les réflecteurs.

- Les apprenants théoriciens sont plus à l'aise avec l'apprentissage à partir de modèles explicatifs, de théories, de données statistiques, d'analyses et de synthèses. Ces apprenants doivent comprendre la logique derrière les actions. Les activités de discussion, de lecture, d'études de cas, avec des stimuli qui leur laissent le temps de réfléchir, de rechercher des explications théoriques, de formuler des modèles et de résoudre des problèmes de base sont les plus adaptées à ces apprenants.

- Les apprenants pragmatiques s'appliquent à mettre en pratique leurs connaissances analytiques pour créer de nouvelles choses et résoudre des problèmes. Des activités avec un lien clair entre le sujet et le besoin réel, des techniques appliquées aux problèmes actuels et des lignes directrices claires offrent le stimulus préféré des pragmatiques.

▪ **Annexe 5 :** L'indicateur de type Myers-Briggs

L'indicateur de type Myers-Briggs est dérivé de la théorie des types psychologiques de Carl Jung par Katherine Cook Briggs et Isabel Briggs Myers dans le but d'examiner les préférences des répondants quant à la façon de voir le monde et de prendre des décisions(King, S. P., & Mason, B. A., 2020).

Les personnes sont classées sur le Myers-Briggs Type Indicator (M BT I) selon leurs préférences sur quatre échelles dérivées de la théorie des types psychologiques de Jung (Lawrence,G, 1993) :

- Les extravertis (essayer, se concentrer sur le monde extérieur des gens) ou introvertis (réfléchir, se concentrer sur le monde intérieur des idées).

- Les capteurs (pratiques, axés sur les détails, axés sur les faits et les procédures) ou intuitifs (imaginatifs, axés sur les concepts, axés sur les significations et les possibilités).

- Les penseurs (sceptiques, ont tendance à prendre des décisions basées sur la logique et des règles) ou des sensibles (appréciatifs, ont tendance à prendre des décisions basées sur des considérations personnelles et humanistes).

- Les juges (fixent et suivent les ordres du jour, recherchent la clôture même avec des données incomplètes) ou les percepteurs (s'adaptent aux circonstances changeantes, reportent la clôture pour obtenir plus de données).

▪ **Annexe 6 :** Le modèle des styles d'apprentissage de Dunn et Dunn

Depuis 1967, les Drs. Rita et Kenneth Dunn ont compilé et examiné la littérature et la recherche pédagogiques concernant la façon dont les gens apprennent. Ils ont trouvé une abondance de recherches, remontant à 80 ans, qui ont vérifié à plusieurs reprises les différences individuelles dans la façon laquelle les étudiants se concentrent, traitent, absorbent et retiennent des informations nouvelles et difficiles.

Initialement, en 1972, les Dunn ont identifié 12 variables qui différenciaient significativement les étudiants; trois ans plus tard, ils ont rapporté 18 (1975) ; en 1979, ils avaient incorporé la préférence hémisphérique et les inclinations globales/analytiques dans leur cadre. Au cours des deux dernières décennies, des recherches menées par les Dunn, des collègues, des doctorants, des professeurs diplômés et des chercheurs du monde entier ont montré que lorsque les étudiants reçoivent un

enseignement selon leurs préférences de style d'apprentissage identifiées, ils affichent une réussite scolaire statistiquement accrue, des attitudes améliorées envers l'enseignement, et une meilleure discipline, que lorsqu'ils sont enseignés sans attention à leurs styles préférés (Recherche sur le modèle Dunn & Dunn ..., 2005).

Le modèle Dunn et Dunn actuel (Dunn, R. & Dunn, K., 1979) comprend 20 éléments qui, une fois classés, révèlent que les élèves sont affectés par leur :

- Environnement (son, lumière, température, conception des sièges) ;
- Émotivité (motivation, persévérance dans la tâche, responsabilité/conformité, structure);
- Préférences sociologiques (apprendre seul, à deux, en petit groupe de pairs, en équipe, avec un adulte, avec variété ou routines) ;
- Caractéristiques physiologiques (forces perceptives, moment de la journée, besoin d'assimilation, mobilité pendant l'apprentissage) ; et
- Inclinations de traitement psychologique (global/analytique, impulsif/réflexif).

▪ **Annexe 7** : Modèle VAK

Le modèle d'apprentissage VAK (visuel, audio et kinesthésique) a été introduit dans la classe pour rendre chaque apprenant engagé et impliqué (Gholami & Bagheri, 2013). Il peut être appliqué lorsque le cours exige un modèle d'apprentissage bien équilibré entre l'enseignement audiovisuel ou théorique avec une expérience pratique pour générer un apprentissage complet. Le modèle VAK est approprié pour cela (Bhagyashri S et al, 2020).

Fleming (2001), a développé un autre instrument utilisé pour identifier les styles d'apprentissage des élèves et pour améliorer leur apprentissage, qui est basé sur la cartographie des styles d'apprentissage. Selon cet auteur, la technique VARK - Visual, Auditif, Lecteur, Kinesthésique - correspond aux quatre canaux utilisés par les individus pour recevoir et traiter l'information :

- Visuel : les personnes qui privilégient l'aspect visuel apprennent mieux à partir d'informations et de descriptions illustrées telles que des dessins, des graphiques et des images. Ils organisent mieux le raisonnement à l'aide de listes et de diagrammes. Pour ces apprenants, les activités les plus indiquées sont les cours magistraux, les présentations de diapositives, les diagrammes, les graphiques, les vidéos et les images, la résolution d'exercices, les sondages ou tout autre contenu contenant des informations visuelles.
- Auditif : ces personnes utilisent la voie auditive pour mieux apprendre. Ils préfèrent les informations avec des sons et des conseils audio, tels que des instructions orales, des discussions, des présentations orales, des conversations, de la musique, des informations audio et vidéo, de la musique et des jeux de rôle.
- Lecture/écriture : les apprenants utilisant ce style préfèrent les informations écrites et lues comme moyen d'apprentissage. Ils ont généralement recours à des notes, des schémas et toutes sortes d'écrits pour mieux apprendre. Les activités impliquant des textes, de la lecture, la production d'abstractions, des essais, des articles, des commentaires ou tout autre type de stimuli écrits sont préférées par ces individus.

- Kinesthésique : les personnes ayant ce style d'apprentissage ont besoin de mouvement, de toucher sensoriel et d'interaction avec l'environnement pour acquérir des informations et créer des connaissances. Les activités telles que les cours pratiques, la résolution de problèmes, les études de cas, les démonstrations ou les activités physiques sont les mieux adaptées aux apprenants utilisant cette voie.

- **Annexe 8** : Modèle de styles d'apprentissage expérientiel de Kolb

Le modèle de styles d'apprentissage de Kolb est soutenu par la théorie de l'apprentissage expérientiel (ELT) de Kolb, une théorie complète de l'apprentissage et du développement des adultes (Kolb, 1984). Cette théorie présente deux dimensions d'apprentissage bipolaires, à savoir la perception (l'axe vertical de la figure 1) et le traitement (l'axe horizontal de la figure 1) Kolb et Kolb (2013).

Une combinaison de scores sur les deux dimensions classe les apprenants dans l'un des quatre styles d'apprentissage : accommodant (CE et AE), divergent (CE et RO), convergent (AC et AE) et assimilant (AC et RO) (annexe 8). La place de tout individu à la fois dans l'axe vertical et horizontal représente le style d'apprentissage exact de cet individu.

Le modèle d'apprentissage expérientiel de Kolb classe les styles en fonction de la préférence individuelle pour l'expérience concrète ou la conceptualisation abstraite lorsqu'un individu perçoit son environnement, et de la préférence pour l'expérimentation active ou l'observation réflexive lors du traitement de l'information (De Vita G, 2001 ; Loo R, 2002).

Sur la base de ces deux dimensions, quatre styles d'apprentissage sont identifiés :

- Accommodant : apprendre par une expérience concrète et une expérimentation active
- Divergent : apprendre par une expérience concrète et une observation réflexive,
- Assimilateur : apprendre par une conceptualisation abstraite et une observation réflexive,
- Convergent : l'apprentissage à travers une conceptualisation abstraite et une expérimentation active (Chen CJ et al, 2005).

- **Annexe 9** : Le modèle Felder – Silverman

Le modèle classe les apprenants comme ayant des préférences pour une catégorie ou l'autre dans chacune des quatre dimensions suivantes :

- **Sensoriel / Intuitif** (perception)
- **Visuel / Verbal** (entrée de données)
- **Actif / Réfléchi** (traitement)
- **Séquentiel / Global** (compréhension)

- **Sensoriel / Intuitif : La perception**

Les gens sont constamment bombardés d'informations, à la fois par leurs sens et par leur subconscient. Le volume de ces informations est bien supérieur à ce qu'ils peuvent consciemment prendre en compte ; ils en sélectionnent donc une infime fraction pour l'admettre dans leur "mémoire de travail" et le reste est effectivement perdu. En faisant cette sélection, les apprenants sensibles (capteurs) favorisent les informations qui arrivent par leurs sens et les apprenants intuitifs (intuitifs) favorisent les informations qui surgissent en interne par la mémoire, la réflexion et

l'imagination (Felder R M,1993). (Ces catégories dérivent de la théorie des types psychologiques de Carl Jung. La force de la préférence d'un individu pour la sensation ou l'intuition peut être évaluée avec l'indicateur de type Myers-Briggs (Lawrence et Gordon, 1982; et Myers, I.B et M.H. McCaulley,1986).

Les sensibles ont tendance à être pratiques ; les intuitifs ont tendance à être imaginatifs. Les sensibles aiment les faits et les observations ; les intuitifs préfèrent les concepts et les interprétations. Un étudiant qui se plaint de cours n'ayant rien à voir avec le monde réel est presque certainement un sensible. Les sensibles aiment résoudre des problèmes en utilisant des procédures bien établies, ne se soucient pas du travail minutieux et n'aiment pas les rebondissements ou les complications inattendus ; les intuitifs aiment la variété dans leur travail, ne se soucient pas de la complexité et s'ennuient avec trop de détails et de répétitions. Les sensibles sont prudents mais peuvent être lents ; les intuitifs sont rapides mais peuvent être négligents (Stan and Nathan, 1989).

Les apprenants qui détectent apprennent mieux lorsqu'ils reçoivent des faits et des procédures, mais la plupart des cours de sciences (en particulier la physique et la chimie) se concentrent sur des concepts abstraits, des théories et des formules, ce qui désavantage nettement les sensibles. De plus, sensibles sont moins à l'aise que les intuitifs avec les symboles ; puisque les mots et les variables algébriques sont symboliques, les sensibles doivent les traduire en images mentales concrètes pour les comprendre, ce processus peut être long. Le résultat net est que les sensibles ont tendance à obtenir des notes inférieures à celles des intuitifs dans les cours magistraux (Godleski et Edward, 1984) ; en effet, ils sont sélectivement éliminés, même s'ils ont autant de chances que les intuitifs de réussir dans les carrières scientifiques (Felder R M,1993).

- **Visuel / Verbal : L'entrée de données**

Les apprenants visuels obtiennent plus d'informations à partir d'images visuelles (images, diagrammes, graphiques, schémas, démonstrations) que de contenu verbal (mots écrits et parlés et formules mathématiques), et vice versa pour les apprenants verbaux (Bandler, R. et J. Grinder, 1979 ; Barbe, W.B. et M.N. Milone, 1981). Si quelque chose est simplement dite et non montrée aux apprenants visuels (par exemple dans une conférence), il y a de fortes chances qu'ils ne la retiennent pas (Felder RM, 1993).

La plupart des gens (du moins dans les cultures occidentales) et vraisemblablement la plupart des élèves des cours de sciences sont des apprenants visuels (Barbe, W.B. et M.N. Milone, 1981) tandis que les informations présentées dans presque tous les cours magistraux sont majoritairement verbales. Il s'agit généralement de mots et de formules écrits dans les textes et au tableau, mots prononcés dans les cours, avec seulement un diagramme, un graphique ou une démonstration occasionnelle cassant le modèle. Les professeurs ne devraient pas être surpris lorsque bon nombre de leurs étudiants ne peuvent pas reproduire les informations qui leur ont été présentées peu de temps auparavant. Elles ont peut-être été exprimées, mais elles n'ont jamais été entendues.

- **Inductive / Déductive : L'organisation**

Les apprenants inductifs préfèrent apprendre la matière, en voyant d'abord des cas spécifiques (observations, résultats expérimentaux, exemples numériques) et en travaillant jusqu'aux principes et théories directeurs par inférence; les apprenants déductifs préfèrent commencer par des principes généraux et en déduire des conséquences et des applications. Étant donné que la déduction a tendance à être plus concise et ordonnée que l'induction, les étudiants qui préfèrent une présentation très structurée sont susceptibles de préférer une approche déductive tandis que ceux qui préfèrent moins de structure sont plus susceptibles de favoriser l'induction (Felder R M, 1993).

La recherche montre que de ces deux approches de l'éducation, l'induction favorise un apprentissage plus approfondi et une plus longue rétention d'informations et donne aux étudiants une plus grande confiance dans leurs capacités de résolution de problèmes (Felder R et Linda Silverman 1988 ; McKeachie, Wilbert, 1980).

Malgré la recherche, la plupart des cours de sciences au niveau collégial sont exclusivement déductifs, probablement parce que les présentations déductives sont plus faciles à préparer et à contrôler et permettent une couverture plus rapide du contenu. Selon les mots d'un étudiant évaluant son cours d'introduction à la physique, "Les étudiants reçoivent des informations prémâchées simplement pour imiter et appliquer aux problèmes. Laissez-les plutôt être exposés à des problèmes conceptuels, essayez de leur trouver des solutions par eux-mêmes, puis aidez-les à comprendre les erreurs qu'ils commettent en cours de route"(Felder R M, 1993 p25). L'approche proposée par cet étudiant est l'enseignement inductif.

- **Actif / Réfléchi : Le traitement**

Les apprenants actifs ont tendance à apprendre en faisant quelque chose d'actif (en essayant des choses), les apprenants réfléchis font beaucoup plus leur traitement de manière introspective, réfléchissant aux choses avant de les essayer (Kolb D, 1984). Les apprenants actifs travaillent bien en groupe ; les apprenants réfléchis préfèrent travailler seuls ou à deux. Malheureusement, la plupart des cours magistraux ne sont pas fait pour les deux groupes : les apprenants actifs ne font jamais rien et les apprenants réfléchis n'ont jamais le temps de réfléchir. Au lieu de cela, les deux groupes sont occupés à essayer de suivre un barrage constant de verbiage, ou bien ils sont endormis dans l'inattention par leur passivité forcée (Felder R M, 1993).

La recherche est assez claire sur la question de l'apprentissage actif et réflexif par rapport à l'apprentissage passif. Dans un certain nombre d'études comparant des cours centrés sur l'instructeur (cours magistral/démonstration) à des cours centrés sur l'élève (résolution de problèmes/discussion), les cours magistraux se sont avérés légèrement plus efficaces lorsque les élèves étaient testés sur le rappel à court terme des faits, mais que les cours étaient actifs en classe. Les environnements étaient meilleurs lorsque les critères impliquaient la compréhension, la mémorisation à long terme, la capacité générale de résolution de problèmes, l'attitude scientifique et l'intérêt ultérieur pour le sujet (Teaching Tips, 1986). Des avantages substantiels sont également cités pour les méthodes d'enseignement qui offrent des opportunités de réflexion, comme donner aux étudiants du temps en classe pour rédiger de brefs résumés et formuler des questions écrites sur le contenu qui vient d'être présenté (Teaching Tips, 1986; Wilson, R.C, 1986).

- **Séquentiel / Global : La compréhension**

Les apprenants séquentiels absorbent les informations et acquièrent une compréhension du contenu en petits morceaux connectés ; les apprenants globaux assimilent des informations dans des fragments apparemment sans lien et parviennent à la compréhension par de grands sauts holistiques (Felder R M, 1993). Les apprenants séquentiels peuvent résoudre des problèmes avec une compréhension incomplète du contenu et leurs solutions sont généralement ordonnées et faciles à suivre, mais ils peuvent ne pas saisir la vue d'ensemble (le contexte général d'un ensemble de connaissances et ses interrelations avec d'autres matières et disciplines). Les apprenants globaux travaillent plus de manière globale (tout ou rien), et peuvent sembler lents, et mal réussir leurs devoirs et examens jusqu'à ce qu'ils saisissent l'image globale, mais une fois qu'ils l'ont cette image globale, ils peuvent souvent voir des liens avec d'autres matières qui échappent aux apprenants séquentiels (Pask, G, 1988)

Avant que les apprenants globaux puissent maîtriser les détails d'un sujet, ils doivent comprendre comment le contenu présenté est lié à leurs connaissances et expériences antérieures, mais seuls des enseignants exceptionnels fournissent régulièrement des perspectives aussi larges sur leurs sujets. En conséquence, de nombreux apprenants mondiaux qui ont le potentiel de devenir des chercheurs créatifs exceptionnels sont laissés pour compte parce que leurs processus mentaux ne leur permettent pas de suivre le rythme séquentiel de leurs cours de sciences (Susan et Glenda, 1990).

- **Annexe 10 :** L'index des styles d'apprentissage ILS

L'ILS se compose de quatre échelles (sensible-intuitif, visuel-verbal, actif-réflexif et séquentiel-global), chacune est associée à 11 éléments (11 items) à choix forcé. Dans l'ILS, les répondants complètent une phrase en choisissant l'une des deux options représentant les extrémités opposées de l'une des échelles de style d'apprentissage. Cette structure dichotomique a été choisie pour forcer une décision entre les deux alternatives ou, comme le dit Tuckman, pour éviter de « s'asseoir sur une clôture » (Tuckman, B.W, 1999), augmentant ainsi les chances que la réponse de l'instrument détecte les préférences. L'exclusion d'une option de réponse intermédiaire ou « sans opinion » n'est pas rare dans la conception d'enquêtes visant à déterminer les opinions (Converse, J.M., et S. Presser, 1986). Le nombre d'éléments sur chaque échelle de style d'apprentissage et la méthode de notation ont également été choisis de telle sorte qu'un score de zéro, indiquant aucune préférence, n'était pas possible.

Chaque option (A ou B) correspondant à l'une ou l'autre catégorie de la dimension (par exemple, actif ou réflexif). Pour les analyses statistiques, il est pratique d'utiliser une méthode de notation qui compte les réponses "A", de sorte qu'un score sur une dimension serait un nombre entier compris entre 0 et 11. En utilisant la dimension active ± réflexive comme exemple, 0 ou 1 ` A' les réponses représenteraient une forte préférence pour l'apprentissage réflexif, 2 ou 3 une préférence modérée pour la réflexion, 4 ou 5 une légère préférence pour la réflexion, 6 ou 7 une légère préférence pour l'apprentissage actif, 8 ou 9 une préférence modérée pour l'actif, et 10 ou 11 une forte préférence pour les actifs. Cette méthode a été utilisée dans toutes les analyses statistiques à rapporter (Felder et Spurlin, 2005).

- **Annexe 11 :** Profils des rôles des enseignants de Kolb (Kolb Educator Role Profile KERP)

Encourager l'apprentissage et le développement d'une personne est une tâche complexe qui nécessite une attention à un certain nombre de défis complexes (les besoins et les intérêts de l'apprenant, la connaissance du sujet, le sens profond et l'impact des connaissances, et l'application pratique des difficultés de la vie étudiante). En tant qu'enseignants, formateurs, entraîneurs, dirigeants et parents ; nous nous retrouvons souvent face à ces défis éducatifs.

Kolb et al (2014) ont créé un cadre pour aider les enseignants dans leur application des concepts de la théorie des styles d'apprentissage, du cycle d'apprentissage et du style d'apprentissage dans le modèle d'appariement dynamique de l'enseignement autour du cycle d'apprentissage.

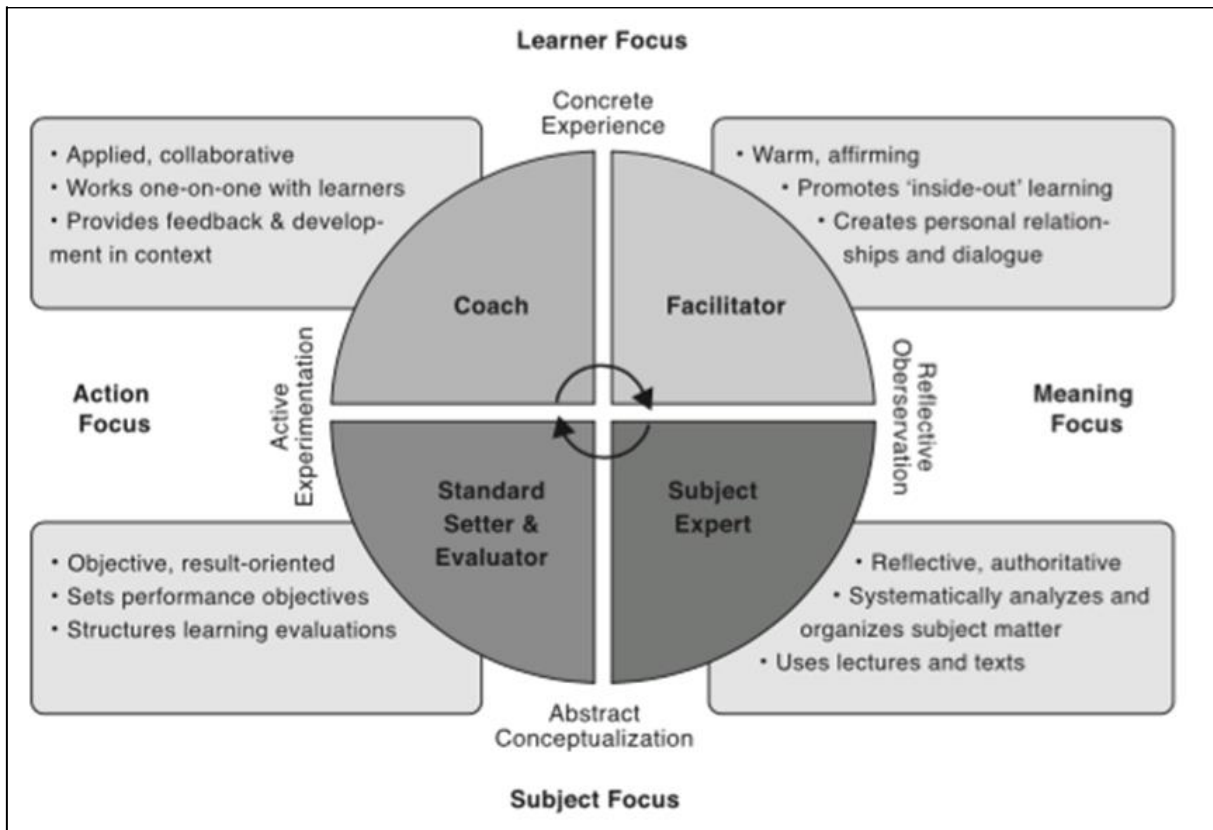
Ceci s'est traduit par le développement d'un instrument d'auto-évaluation appelé Profils des rôles des enseignants de Kolb (Kolb Educator Role Profile KERP) pour aider les enseignants à

comprendre leur propre approche pédagogique du point de vue de l'enseignement autour du cycle d'apprentissage. Le KERP décrit quatre rôles pour l'enseignant : facilitateur, expert en la matière, normalisateur/évaluateur et coach.

Le (KERP) fournit un cadre pour évaluer notre approche préférée pour éduquer les autres et maximiser notre efficacité à aider les autres à apprendre et à se développer. Il est basé sur une typologie holistique des rôles d'éducateur dérivée de la théorie de l'apprentissage expérientiel.

Le KERP décrit quatre rôles pour l'enseignant : facilitateur, expert en la matière, normalisateur/évaluateur et coach. Pour aider les apprenants à se déplacer dans le cycle d'apprentissage, les éducateurs doivent adapter leur rôle, passant de facilitateur à expert en la matière, à normalisateur/évaluateur à coach, comme le montre la figure 2.

Figure 2 : Rôle de l'éducateur et enseignement autour du style d'apprentissage



(Source : Kolb et al, 2014)

- **Le rôle de facilitateur** : Lors de l'animation, les enseignants aident les apprenants à entrer en contact avec leur expérience personnelle et à y réfléchir. Ils adoptent un style d'affirmation chaleureux pour faire ressortir les intérêts, la motivation intrinsèque et la connaissance de soi des apprenants. Ils le font souvent en facilitant la conversation en petits groupes. Ils créent des relations personnelles avec les apprenants.
- **Le rôle d'expert en la matière** : Dans leur rôle d'expert de la matière, les enseignants aident les

apprenants à organiser et à relier leurs réflexions en se basant sur la connaissance de la matière. Ils adoptent un style autoritaire et réfléchi. Ils enseignent souvent en utilisant des exemples, modélisant et encourageant la pensée critique en organisant et en analysant systématiquement les connaissances sur le sujet. Ces connaissances sont souvent communiquées par le biais de conférences et de textes.

- **Le rôle de normalisateur/évaluateur** : En tant que normalisateur et évaluateur, les enseignants aident les apprenants à maîtriser l'application des connaissances et des compétences afin de répondre aux exigences de performance. Ils adoptent un objectif axé sur les résultats en fixant les exigences en matière de connaissances nécessaires à une performance de qualité. Ils créent des activités de performance pour que les apprenants évaluent leur apprentissage.
- **Le rôle d'encadrement (coaching)** : Dans le rôle de coach, les enseignants aident les apprenants à appliquer leurs connaissances pour atteindre leurs objectifs. Ils adoptent un style collaboratif et encourageant, travaillant souvent individuellement avec les apprenants pour les aider à apprendre des expériences dans leur contexte de vie. Ils aident à la création de plans de développement personnel et fournissent des moyens d'obtenir des commentaires sur les performances (Kolb & Kolb, 2017).

- **Annexe 12** : Les quatre quadrants du modèle 4 MAT

Les quatre quadrants du modèle 4 MAT :

- **Le premier quadrant**

Le premier quadrant est caractérisé par la question POURQUOI ? C'est dans ce quadrant que nous établissons une « sensation » pour le sujet afin de fournir une base pour l'information formelle qui suit dans le quadrant 2. C'est également dans ce quadrant que nous aidons à motiver les apprenants à désirer en savoir plus sur le sujet qui nous enseignons. Les objectifs spécifiques suivants peuvent être définis :

- Présentez le sujet
- Donnez une vue d'ensemble
- Donnez du sens
- Générer de l'enthousiasme
- Faire preuve de respect et d'intérêt

Comme on le voit à partir de ces objectifs, le rôle principal de l'enseignant dans ce quadrant est celui d'un MOTIVATEUR qui personnalise le matériel et motive les élèves à apprendre. Nous souhaitons établir un environnement d'apprentissage positif et sûr où les apprenants, qu'on qualifie d'innovateurs, se sentent bien pour mieux apprendre (John et al, 1993).

- **Le deuxième quadrant**

Le deuxième quadrant est caractérisé par la question QUOI ?, par exemple, quelles informations dois-je connaître pour résoudre ce problème ? Les apprenants de ce quadrant sont analytiques, ils recherchent les faits. Les objectifs spécifiques pour ce quadrant sont :

- Donner des informations à l'apprenant
- Organiser et intégrer du nouveau matériel
- Prévoyez du temps pour la réflexion et la réflexion.

Le rôle principal de l'enseignant dans ce quadrant est celui d'un EXPERT qui fournit des informations de manière bien organisée à ses élèves (John et al, 1993).

- **Le troisième quadrant**

Le troisième quadrant est caractérisé par la question COMMENT ? (c'est-à-dire comment cela fonctionne-t-il ?). Les apprenants de ce quadrant sont des apprenants sensés, ceux sont des « faiseurs » qui préfèrent traiter l'information en l'appliquant. Dans ce quadrant, nous aidons les apprenants de type 3 (sensé), ainsi que nos autres étudiants, à acquérir de l'expérience avec le matériel que nous avons enseigné. Les objectifs spécifiques sont :

- Offrir aux apprenants la possibilité d'appliquer le matériel
- Aidez les apprenants à développer des modèles de résolution de problèmes
- Créer un environnement d'apprentissage sûr

Le rôle de l'enseignant dans ce quadrant est celui d'un COACH. Tout comme un entraîneur guide ses joueurs pendant que les joueurs s'entraînent, nous cherchons à offrir une expérience guidée à nos étudiants. En d'autres termes, les apprenants doivent être activement en train de faire quelque chose. En général, nous devrions « explorer la règle plutôt que l'exception » lorsque nous cherchons à établir des techniques de résolution de problèmes. Le traitement a lieu par la formation de modèles de résolution de problèmes. La valeur des concepts appris est déterminée par leur applicabilité (John et al, 1993).

- **Le quatrième quadrant**

Le quatrième quadrant est caractérisé par la question ET SI ? Ce dernier quadrant est celui de la découverte de soi où les apprenants, qui sont qualifiés de dynamiques, cherchent à appliquer le matériel et l'information à leur propre vie. Ce type d'application est différent de l'expérience guidée fournie dans le quadrant trois. Dans le quadrant trois, nous établissons des procédures de résolution de problèmes ; dans le quatrième quadrant, les apprenants appliquent ces procédures à de nouvelles situations afin de résoudre de « vrais » problèmes. Le ET SI ? La question peut alternativement être exprimée comme suit : qu'est-ce que cela peut devenir ? Que puis-je en faire ? Comment puis-je appliquer cela ? Et si le problème était différent, comment pourrais-je appliquer ces concepts ? Notez que l'apprenant se pose ces questions, conformément au concept de découverte de soi. Les objectifs pour ce quadrant sont :

- Offrir une opportunité de découverte de soi
- Offrir aux apprenants des occasions de partager leurs découvertes
- Évaluer les performances

L'activité dans ce quadrant est axée sur l'apprenant plutôt que sur l'enseignant. En d'autres termes, le rôle principal de l'enseignant dans ce quadrant n'est pas de jouer le rôle principal. L'enseignant doit observer les performances des élèves, évaluer leurs capacités et fournir des mesures correctives si nécessaire. Les activités du quatrième quadrant font généralement défaut dans certains domaines comme l'ingénierie. Le résultat de cette carence est observé chez les diplômés qui sont mal préparés à gérer de manière créative des problèmes ouverts. Il est intéressant de noter que les professeurs d'ingénierie ont appelé à plus de « conception » dans le programme d'études. À notre avis, un effort constant pour parcourir le cycle d'apprentissage à tous les niveaux de la formation en génie améliorera la capacité des étudiants en génie à résoudre des problèmes de conception ouverts (John et al, 1993).

▪ **Annexe 13 : Les huit étapes du système 4MAT**

- **Première étape : Quadrant 1 (cerveau droit)**

La première étape du système 4MAT est conçue pour engager l'apprenant dans une expérience concrète qui conduit à une recherche de connaissances et d'expériences antérieures. Cette recherche est conçue pour créer un dialogue de groupe interactif qui relie ce que l'apprenant sait et croit déjà à ce que l'enseignant a l'intention d'enseigner. Dans ce dialogue, il n'y a pas de bonnes réponses. Les apprenants expérimentent et comparent leurs perceptions de leur état actuel de connaissances et travaillent en coopération pour créer un ensemble d'apprentissage global à partir duquel procéder. Dans cette étape, l'enseignant encourage la diversification des idées, le dialogue et la participation, et encourage l'évaluation subjective. Cette étape est également conçue pour encourager la pensée relationnelle et symbolique qui est une fonction de l'hémisphère droit. Son objectif est de se connecter à l'expérience (McCarthy, 2000).

- **Deuxième étape : Quadrant 1 (cerveau gauche)**

La deuxième étape est conçue pour ajouter un processus de jugement aux perceptions et au dialogue générés à la première étape. Dans cet ensemble d'enseignement, l'enseignant engage la réflexion des apprenants sur leur niveau actuel de connaissances et d'expérience pour déterminer si leurs opinions et leurs croyances sont justifiables, son rôle est d'aider l'apprenant à démystifier et à modeler sa pensée. Durant cette étape, les croyances et les opinions commencent à évoluer, à se structurer, et à s'organiser pour la réflexion future et la construction de théories. Elle donc comme objectif d'imposer une structure, d'une part, et d'examiner l'expérience d'une autre part (McCarthy, 2000).

- **Troisième étape : Quadrant 2 (cerveau droit)**

La troisième étape du système 4MAT est conçue pour créer un contexte qui permet à l'apprenant de représenter la nature subjective de ses connaissances existantes en tant que préparation à la validation et à l'analyse des idées. Dans cette étape, les apprenants sont encouragés à symboliser de plusieurs façons, leur état actuel de compréhension du sujet. La fabrication d'images est très recommandée, et l'accent est mis sur l'expansion des représentations du sens. Cependant, cette étape exige que l'apprenant commence à passer de l'expérience réflexive à la pensée réflexive. Le rôle de l'enseignant consiste à attirer l'attention sur les aspects de structure et d'objectivité implicites dans les représentations des apprenants de ce qu'ils savent. L'objectif de cette étape est d'intégrer les expériences personnelles dans la compréhension conceptuelle (McCarthy, 2000).

- **Quatrième étape : Quadrant 2 (cerveau gauche)**

La quatrième étape a comme objectif de définir les théories et les concepts. Elle engage les apprenants dans une réflexion objective. L'accent est mis ici sur l'analyse de concepts vérifiables, de faits, de généralisations et de théories. Le rôle de l'enseignant est de présenter l'information et l'expérience de manière complète et systématique. Les cours de cette étape s'appuient sur les liens personnels établis dans le quadrant un pour favoriser la réflexion

- **Cinquième étape : Quadrant 3 (cerveau gauche)**

À l'étape cinq du système 4MAT, l'accent passe de l'acquisition et l'assimilation aux tests et à l'adaptation. Les apprenants prennent désormais l'initiative d'appliquer ce qui a été enseigné. L'enseignant encadre et aide les apprenants à affiner leur capacité, et à trouver des applications de leurs idées. Cet ensemble d'enseignement engage les concepts abstraits de Kolb dans l'action et les fonctions de détection extraverties de Jung. Il modélise également l'idée de Dewey selon laquelle les connaissances doivent être testées dans l'environnement. Étant donné que cet ensemble d'enseignement/apprentissage met l'accent sur le mode gauche, les réponses correctes et les produits des apprenants qui révèlent leur capacité à appliquer les concepts sont importants ici. Cette étape travaille sur des concepts définis (Renforcement et Manipulation), ce qui fait que son objectif consiste à renforcer et à prouver la capacité de l'apprenant à appliquer les notions enseignées (McCarthy, 2000).

- **Sixième étape : Quadrant 3 (cerveau droit)**

En mettant l'accent sur le cerveau droit, l'apprentissage dans cette étape est conçu pour encourager les apprenants à créer des applications personnelles de leurs expériences avec les idées apprises. La sixième étape illustre l'idée de John Dewey de l'étudiant en tant que scientifique qui teste les limites et les contradictions de sa compréhension. Le rôle de l'enseignant est d'encourager les apprenants à amener l'application des idées apprises à des niveaux plus sophistiqués et personnels. Les apprenants sont encouragés à développer leurs propres applications qui démontrent qu'ils comprennent et peuvent appliquer ce qui a été appris. L'objectif de cette étape est que les apprenants ajoutent quelque chose d'eux-mêmes (McCarthy, 2000).

- **Septième étape : Quadrant 4 (cerveau gauche)**

La septième étape du système 4MAT tend à évaluer l'utilité et l'application. Elle demande à l'apprenant d'examiner de manière critique la place des connaissances et de l'expérience nouvellement acquises dans sa vision du monde existante. La question centrale ici est de savoir quelles nouvelles questions ai-je et ce qui doit être fait pour intégrer cet apprentissage dans un sous-ensemble conceptuel significatif ? Travaillant seuls ou de préférence en binômes et en triades, les apprenants de cet ensemble d'apprentissage modifient et affinent leur travail. Ils affrontent et résolvent également les contradictions implicites dans la tension entre le nouveau et l'ancien schéma. Le rôle de l'enseignant est de guider le raffinement de l'ancien schéma et d'encourager la formation d'une perspective plus complète (McCarthy, 2000).

- **Huitième étape : Quadrant 4 (cerveau droit)**

L'essence de la huitième étape du système 4MAT est l'intégration, la célébration et la clôture. Son objectif est de faire soi-même et partager ce qu'il fait avec les autres. Dans ce dernier ensemble d'apprentissage de McCarthy, l'apprenant retourne à l'endroit où il a commencé, le soi, et intègre

l'expérience d'apprentissage dans une vision du monde légèrement différente et personnelle. C'est l'étape où les présentations sont données, où les poèmes sont récités, où les lettres sont postées et les rapports de recherche soumis. Le rôle de l'enseignant est de participer à la célébration et de faciliter l'entrée dans la prochaine unité d'études (McCarthy, 2000).

▪ **Annexe 14 : L'enseignement de l'architecture à travers le temps**

Les origines et l'évolution de l'enseignement de l'architecture qui a conduit au système scolaire actuel seront présentés dans cette partie, en gardant à l'esprit que des éléments de différentes périodes d'évolution sont toujours présents, ici et là, dans les écoles d'architecture du monde entier. Avant d'évoquer l'évolution historique de l'enseignement de l'architecture, il est important de mentionner que la tradition académique de l'enseignement de l'architecture est issue et remarquablement influencée dans le monde entier par le modèle européen (principalement français). Par conséquent, l'évolution de l'enseignement de l'architecture en Europe fait inévitablement partie du contexte historique dans le monde entier.

- **Le système de maître-apprenti**

Avant le milieu du 18^e siècle, la construction de bâtiments était principalement confiée à des constructeurs plutôt qu'à des architectes. Seuls les grands projets tels que les églises et les palais ont été conçus par des soi-disant architectes (Colvin, 1978).

Le système de maître-apprenti des métiers liés à la construction de bâtiments était toujours là comme une voie pour devenir architecte. Après une longue formation en maçonnerie ou en menuiserie, les compétences ou l'expérience acquises ont été utilisées pour concevoir et construire des bâtiments (Ozersay, 2003).

La renaissance a apporté la conviction que les arts de la peinture, de la sculpture et de l'architecture font tous partie de l'art du design, elle a donc introduit une autre voie d'implication dans l'architecture.

- **L'académie**

Le concept actuel de l'enseignement de l'architecture, au sens académique, trouve ses racines dans la France du XVIII^e siècle, par la création de l'Académie Royale d'Architecture en 1671 par Louis XIV (Cunningham, 1993).

Dans cette académie, l'enseignement était théorique et non pas pratique, et l'essentiel de l'activité de construction était assuré par l'artisan architecte, héritier des savoir-faire du Moyen Âge, par l'enseignement oral et l'exemple pratique. C'est à ce moment précis que s'est formé le malheureux fossé entre « l'architecte académique » et « l'artisan architecte ». Un vide dont souffre le secteur du bâtiment depuis (Nadimi, 1996).

Il est important de préciser que les modèles italiens de la Renaissance et de la Post-Renaissance qui ont inspiré les français et conduit à la création de l'Académie royale d'architecture, reconnue par Collins (1979) comme la racine du "concept actuel" de l'enseignement de l'architecture.

- **Deux écoles en France : les Beaux-arts et Polytechnique**

L'institutionnalisation de l'enseignement de l'architecture en Europe et en Amérique trouve ses racines dans deux institutions et la compréhension développée au sein de ces institutions en France après la révolution. Il s'agit de l'Ecole des Beaux-arts et de l'Ecole Polytechnique fondée au 18ème siècle à Paris. Ces deux instituts trouvent leur origine dans les cours donnés à l'Académie et à l'École polytechnique de Paris au XVIIIe siècle (Ozersay, 2003).

- **L'école des Beaux-arts**

La Révolution de la fin du XVIIIe siècle en France a mis fin à la domination bourgeoise, menant à la révolution industrielle du XIXe siècle en Grande-Bretagne. Étant un mouvement anti-monarchie, les premières idées révolutionnaires avaient tendance à adopter un passé pré-romain d'une sublime simplicité comme source d'inspiration et à éviter toute association avec la période aristocratique.

Le gouvernement révolutionnaire français a dissous toutes les Académies en 1793 (Collins, 1979), et ce n'est qu'en 1819 que l'Académie a été refondée en tant qu'Ecole des Beaux-arts (Hansford et Smith, 1980). Cette école a été dominée par l'esprit néo-classique et romantique du début du XIXe siècle en Europe, et caractérisée, selon Cunningham (1993), par sept caractéristiques méthodologiques : 1) la répartition des étudiants en ateliers qui sont dirigés par un mécène, 2) l'enseignement de jeunes élèves (Nouveaux) par des élèves plus âgés (Anciens), 3) l'enseignement de la conception par des architectes en exercice, 4) le placement l'exercice de conception comme noyau du programme éducatif, 5) le début des cours de conception dès l'entrée dans un atelier, 6) la résolution systématique des problèmes de conception à partir de l'esquisse, et 7) le développement de l'esprit de compétition comme outil pédagogique (concours).

Les projets de conception devaient être exécutés selon une procédure systématique : esquisse (conception de croquis), étude de plan/coupe/élévation, et projet rendu (projet fini). Ils sont supervisés par un enseignant et des anciens étudiants. En plus de l'atelier de conception qui était au centre de la formation dans cette école, dix-huit cours magistraux ont été dispensés (histoire, théorie, statique et résistance des matériaux, géométrie descriptive, mathématiques, physique, chimie, arpentage, théorie de la construction, pratique et législation de la construction, théorie de l'architecture, ornement, design décoratif et sculpture) (Nadimi, 1996).

- **L'école polytechnique**

Alors que l'Ecole des Beaux-arts était plus orientée vers l'art avec un croisement entre les beaux-arts et l'architecture, l'Ecole Polytechnique fondait son contenu sur un croisement entre l'architecture et l'ingénierie (Crimson et Lubbock, 1994 : pp 38-88).

L'enseignement de l'école polytechnique, est un enseignement basé sur le rationalisme et le positivisme. Il s'agissait davantage d'une tentative d'adapter la conception architecturale aux concepts populaires de la science et de la technologie. La relation mutuelle entre l'école des beaux-arts et l'école polytechnique, est venue donner à l'enseignement architectural sa première forme. Les arts et l'atelier d'un côté, et la science et le programme d'études rationnel de l'autre, ont non seulement formé une totalité complète dans les origines de l'enseignement de l'architecture, mais ont également lancé une discussion de longue durée entre les deux pôles de compréhension de « l'architecture en tant qu'art » et « l'architecture comme science/profession » (Ozersay, 2003).

Il est important de préciser que l'atelier a toujours trouvé sa place dans les deux écoles, mais avec des contenus différents : un contenu scientifique et technique à l'école polytechnique, et un contenu artistique au sein de l'école des beaux-arts.

- **Le Bauhaus**

Fondé en 1919 à Weimar en Allemagne, le Bauhaus était une fusion de deux anciens établissements, l'Académie des Arts et l'École des Arts et Métiers.

Walter Gropius, le fondateur du Bauhaus, déclare que son objectif est d'établir l'idée de «l'unité fondamentale sous-jacente à toutes les branches du design» à travers le système pédagogique de l'école (Cross, 1983)

Cette école se distingue par l'importance qu'elle a accordée à l'artisanat. En effet, son objectif était de produire « le bâtiment » à la suite d'une activité combinée d'artistes-artisans. Elle aspirait aussi à établir un contact entre l'artisanat et les industries, afin de faire du Bauhaus un institut autonome en partageant sa production et son expertise avec l'industrie (Ozersay,2003).

Le programme du Bauhaus se composait de deux parties principales : l'enseignement pratique (manier de différents matériaux et outils), et l'enseignement formel (l'étude de la nature et des matériaux, la représentation, la géométrie plane, la construction, le dessin, le modélisme, la conception, l'étude des volumes, des couleurs et de la composition). Des cours magistraux de différentes branches de l'art et de la science ont également été dispensés (Nadimi, 1996).

Mais ce n'est qu'après 1927 que les enjeux architecturaux, les relations environnementales, l'aménagement du quartier, et les études préliminaires pour identifier les « besoins » de l'espace, ont été introduits dans le programme d'enseignement du Bauhaus. L'école a établi une approche rationnelle de la planification et de la conception architecturales, qui s'est opposé à la formulation classique des Beaux-arts et la tradition empirique suivie en Angleterre. Une approche qui a atteint son apogée dans les années 1960, et qui a survit dans de nombreuses écoles d'architecture d'aujourd'hui (Cunningham, 1980).

La formation se faisaient en trois étapes (instruction préparatoire, enseignement technique, et formation théorique) (Gropius, 1983, 1923). L'élément le plus innovant et le plus influent de la tradition du Bauhaus, et qui semble encore être pris en compte dans les systèmes pédagogiques, était le cours «fondamental» ou «de base» en conception, et la tendance dominante dans l'enseignement du Bauhaus était l'accent mis sur l'expérimentation de formes abstraites (Nadimi, 1996).

Lorsque l'école a été fermée par les autorités nazies, plusieurs de ses principaux membres du corps professoral ont émigré en Amérique pour continuer à travailler pour les mêmes objectifs.

L'enseignement du Bauhaus a été critiqué, on citera Norberg-Schultz (1963) qui pense que son programme est une contradiction fondamentale, et Cunningham (1980) qui considère que le modèle du Bauhaus est un "mauvais modèle" pour l'enseignement de l'architecture. Mais ces critiques n'ont pas empêché les idées du Bauhaus d'être introduites dans plusieurs pays après la Seconde Guerre mondiale

- **1-1-5- Après le Bauhaus**

Le concept moderne de design intensifié par la tradition du Bauhaus, a dominé la formation et le développement des écoles d'architecture jusqu'aux années 1970. Ce mouvement moderne est lié à la

domination de la classe moyenne et la révolution industrielle, a fait basculé de l'influence romaine de la Renaissance, du classicisme et du romantisme du début du XIXe siècle, au rationalisme et au fonctionnalisme du début du XIXe siècle et vingtième siècle. Il a également transformé le statut de l'architecte de l'architecte-artisan (maître d'œuvre sur le chantier), vers l'architecte spécialisé (concepteur au sein du conseil et seul membre de l'ensemble de la profession) (Nadimi, 1996). Un climat axé sur l'histoire a cédé la place à un climat transhistorique, et une interprétation culturelle/contextuelle de l'architecture a laissé place à une position industrielle/transnationale qui implique une « vision globalisante selon laquelle les pays occidentaux industrialisés constituent un centre légitime » (Giroux, 1991).

Après les années 1970, le mouvement postmoderne a commencé à émerger comme une forte influence sur le climat intellectuel en Amérique, remettant en question les hypothèses qui étaient au cœur du discours du modernisme. Ce mouvement a introduit des éléments qui ont été négligés par les modernistes, comme les références alternatives pour la conception architecturale telles que la tradition, la localité, le symbolisme et l'historicisme. Ce mouvement a bâti des bâtiments hybrides, conçus autour de la mémoire historique, du contexte local, de la métaphore, de l'ambiguïté spatiale et d'un souci intense de la linguistique architecturale. Si nous considérons l'architecture postmoderne comme « moitié moderne et moitié autre chose » (Jenks, 1987), cette dernière « moitié » aura une grande influence sur l'éducation architecturale actuelle.

- **Perspectives à venir**

Après l'effondrement du modernisme dans les années 1970, l'enseignement de l'architecture a perdu ses dogmes modernistes, qui ont servi de base théorique solide aux systèmes pédagogiques du monde. La période post-Bauhaus a encore besoin de plus de temps pour passer d'un style ou d'un mouvement architectural à un système éducatif remarquable à part entière, étant donné que ce système continu encore d'être l'objet de débats constants, d'inquiétudes et d'hésitations parmi les acteurs de l'éducation.

Mais il faut tout de même dire que malgré les contradictions entre les différentes tendances de l'enseignement de l'architecture qu'on vient de citer, elles se sont en fait avérées porteuses d'enseignements utiles. Pour tirer des leçons, une compréhension approfondie du contexte réel et des besoins sociaux, associée à un modèle théorique cohérent combiné à des techniques appropriées et à des connaissances locales, font partie des conditions préalables.

Aujourd'hui, le nombre d'étudiants en architecture à travers le monde, doit forcément pousser la communauté universitaire impliquée dans la formation en architecture à assumer le fardeau de fournir les bonnes conditions pour réussir le processus de l'enseignement de l'architecture.

▪ **Annexe 15 : L'enseignement de l'architecture dans la recherche**

• **L'enseignement d'un seul paramètre architectural**

Dans le cadre d'une thèse de doctorat à l'Université de Sheffield, Rodzyah (2000) avait tenté d'étudier l'apprentissage et l'enseignement de la technologie de la construction liée à la conception dans les écoles d'architecture. Le chercheur avait enquêté sur les problèmes liés à l'apprentissage et à

la compréhension de la technologie de la construction et sur sa relation avec le processus de conception. Il avait aussi identifié les principales exigences d'apprentissage nécessaires pour atteindre des facteurs d'apprentissage internes et externes conduisant à une meilleure performance d'apprentissage et éventuellement à produire des architectes compétents, vérifiant ainsi que l'écart entre les facteurs d'apprentissage internes (la méthode d'apprentissage adoptée) et les facteurs d'apprentissage externe (méthodes pédagogiques employées) dans l'apprentissage architectural actuel, peut être la cause principale des problèmes d'intégration de la technologie de la construction dans le processus de conception. Par des entrevues exploratoires avec les étudiants et les enseignants, l'auteur a tenté de définir la typologie des méthodes d'apprentissage et les méthodes d'enseignement qui affectent la performance des étudiants en architecture. Les résultats de ces entretiens ont été utilisés principalement dans la conception et la construction du questionnaire afin de réaliser une analyse statistique des données.

En conclusion, les résultats de l'étude ont révélés l'insatisfaction des enseignants, et ont suggérés des changements dans le programme et le cadre pédagogique des écoles d'architecture (se tourner vers un apprentissage actif, s'orienter vers une approche pragmatique, intégrer la technologie de la construction pendant le processus de conception, motiver des étudiants, se servir des expériences antérieures, réduire l'écart entre l'apprentissage et l'enseignement, et évaluer les étudiants en se basant sur leurs capacités à gérer les problèmes de construction dans le processus de conception).

- **Facteurs et outils qui peuvent influencer le succès de la formation des futurs architectes**

-A l'université de la Caroline du nord, Tae (2012) avait essayé de comprendre le potentiel et les facteurs qui influencent le succès de la formation en design interdisciplinaire pour l'architecture et l'architecture de paysage.

Sa thèse visait à définir les conditions actuelles de l'enseignant du design interdisciplinaire dans les domaines de la conception environnementale de l'architecture et de l'architecture de paysage. Son but était de développer un niveau de compréhension qui pouvait être une base pour promouvoir des interactions plus diverses et interdisciplinaires entre les disciplines de conception dans le processus éducatif, de découvrir quels étaient les avantages et les inconvénients de la formation interdisciplinaire, et de révéler les obstacles qui entravaient et limitaient l'extension de l'interdisciplinarité dans l'enseignement de la conception.

Pour cela, le chercheur avait commencé par une collecte de données sur le Web, dans le but de comprendre l'état actuel de la formation en design interdisciplinaire. Par la suite, un questionnaire préliminaire qui constituait la première étape de l'étude de l'approche interdisciplinaire du groupe par les enseignants a été envoyé à 26 universités. Grâce à ce questionnaire préliminaire, un deuxième questionnaire a été conçu avec une portée précise de la recherche. Ce questionnaire a été administré au corps professoral des facultés reconnues comme ayant une expertise dans la formation interdisciplinaire en design. Les analyses de données qualitatives et quantitatives réalisées ont révélées des problèmes de conception interdisciplinaire (une faible interaction entre les disciplines de conception dans les programmes académiques, des frontières entre les disciplines de conception, et un atelier restreint et rigide). Elles ont relevé la nécessité d'un apprentissage interactif, d'une formation professionnelle à travers différentes formes de cours, et des interactions pour préparer les étudiants à devenir des professionnels de la conception.

-Malgré les avantages que peut offrir l'utilisation de logiciels de conception d'éclairages, ces logiciels ne sont pas largement inclus dans la formation du premier cycle en architecture et design d'intérieur. L'article de Sarawgi (2006) résume les résultats d'une enquête en ligne sur l'utilisation actuelle des logiciels de conception d'éclairage pour l'enseignement de la conception d'éclairage. L'auteur a contacté les enseignants en conception de toutes les écoles d'architecture et de design d'intérieur aux États-Unis, qui ont enseigné la conception d'éclairage. L'enquête a révélé que les logiciels de conception d'éclairage sont plus utilisés dans les cours des écoles d'architecture, que dans les facultés de design d'intérieur. Ces résultats pourraient avoir un rapport avec l'intégration globale de l'éclairage dans l'architecture et les problèmes environnementaux qui en découlent, tels que, l'efficacité énergétique et la charge thermique. Elle a aussi révélé que les enseignants de design d'intérieur croient que les outils de simulation ne sont pas aussi nécessaires pour les étudiants, et considèrent que ces outils sont dans l'incapacité de simuler les aspects subjectifs de l'éclairage (effets psychologiques et physiologiques).

- **Enquête sur les approches pédagogiques, les pratiques et les stratégies d'enseignement**

-Dans une thèse de doctorat, Aiche (2006) avait tenté de prouver la dépendance qui lie l'acquisition des compétences à la méthode d'enseignement du projet architectural, et la relation étroite entre la faiblesse du produit architectural des étudiants et le non usage de méthodes actives adéquates pour l'apprentissage du projet architectural,

Dans sa recherche, des formulaires de questions ont été distribués aux enseignants, qui étaient membres de jury des soutenances travaux des étudiants de fin de cycle (72 projets de fin d'étude). L'analyse des données quantitatives de ces questionnaires recueillis à la fin de chaque soutenance de projet, a démontré l'urgence et l'importance de débattre de la question du « comment enseigner le projet architectural » ainsi que de la nécessité d'un rapprochement des sciences de l'éducation. Ceci conduit intrinsèquement à l'amélioration de l'apprentissage du projet et par là même des compétences des étudiants tant au plan de la conception qu'au niveau de la communication. Cette recherche a démontré que les pratiques pédagogiques d'enseignement du projet architectural de fin de cycle au département d'architecture et d'urbanisme de Constantine n'étaient pas totalement actives et ne visaient pas à développer toutes les compétences attendues des étudiants.

-Dans le cadre de sa thèse de doctorat à l'université de Sheffield, Dejesus Estrada (2002) avait enquêté sur les méthodes d'enseignement du design environnemental dans 10 écoles d'architecture des 37 universités de l'UK. Elle avait tenté de mesurer l'efficacité de ces institutions, et d'identifier les principales exigences d'apprentissage pour obtenir de meilleures performances d'apprentissage dans le cadre du design environnemental, en partant du principe que l'intégration de la conception environnementale dans l'atelier permet une compréhension plus efficace de l'architecture verte, et que les attitudes et la motivation de l'enseignant envers l'environnement influencent la perception et l'attitude des étudiants envers la conception environnementale et durable

Son expérimentation s'est déroulée en trois étapes : entrevue semi-structuré avec des étudiants dans le cadre d'un atelier sur le développement durable, entrevues menées avec des enseignants en architecture, et un questionnaire administré aux enseignants. L'analyse des données qualitatives et quantitatives obtenues, a permis à l'auteur de suggérer des stratégies pour améliorer l'enseignement comme : la motivation des étudiants, l'utilisation des approches progressives à la connaissance, l'intégration des connaissances, l'introduction d'un travail collaboratif, la promotion de la

communication et de l'interaction, la réduction de la tâche administrative des enseignants, et le partage des expériences des enseignements.

- **Annexe 16** : L'enseignement de la lumière naturelle en architecture dans la recherche

- **Les modèles réduits (maquettes)**

- Fernando et al (2007) ont développé un atelier, appelé "boîte à chaussure" afin de conduire les étudiants en architecture à travers la conception, la matérialisation et la représentation d'une idée architecturale, en ayant la lumière naturelle comme principale stratégie de conception. Cet atelier a pour objectif la manipulation de la lumière et l'ombre comme matériaux de conception primaire, il encourage un apprentissage avec des manipulations à faible coût, ce qui permettra aux étudiants de pré visualiser facilement les effets des différentes options de conception sur la distribution de l'éclairage naturel. Cette méthode d'enseignement a été très appréciée par les étudiants, notamment, pour la consolidation instrumentale et conceptuelle de l'utilisation de la lumière en architecture. Les résultats obtenus, ont montré que la pratique est facilement assimilable par les étudiants, et qu'elle les aide à comprendre le phénomène de la lumière naturelle en architecture d'une manière amusante, détendue, et efficace.

-Guimaraens et al (2012) qui font parti du groupe de recherche en architecture " atmosphères " de l'université de Valence, ont mené des expériences pédagogiques afin de donner une définition des ambiances architecturales à partir de paramètres non communs qui enrichissent l'expérience spatiale et l'association de ces paramètres avec le profil de l'habitant. Dans notre recherche, nous, nous intéresserons particulièrement à la lumière, et l'expérience pédagogique " alter-atmosphères " qui consiste à demander aux étudiants d'expérimenter avec la lumière des exigences de l'ambiance et de son habitant, à l'aide de maquette. L'expérience pédagogique démontre que les étudiants pouvaient comprendre les différentes échelles de la lumière dans le design (fonctionnelle, sociale, informative, architecturale et décorative). Elle confirme aussi qu'une nouvelle voie holistique s'ouvre à l'expression de l'architecture en utilisant de nouvelles technologies médiatiques (graphisme, audio, vidéo, évènement...).

-Laburte et Rizzotti (2012), enseignants à l'école d'architecture de Strasbourg, et membres du laboratoire lumière architecture de l'ENSAS, exposent dans une recherche, une pédagogie de l'expérimentation plaçant l'étudiant dans une situation de sujet agissant dans l'acquisition des connaissances. Cette approche vise à obtenir une compréhension sensible (qualitative) et technique (quantitative) des phénomènes physiques liés aux ambiances lumineuses, et a comme objectif de replacer les observations dans une démarche conceptuelle, en cherchant à montrer des cohérences entre les ambiances lumineuses et les intentions de projet, et d'établir des catégories d'ambiances lumineuses en rapport avec des types d'architecture, propre à fonder et développer un enseignement thématique sur les ambiances lumineuses. Deux expériences ont été menées, la première repose sur des observations, dans des conditions contrôlées, dans un dispositif appelé « Lum-Box » qui vise à mettre en évidence l'effet des ouvertures, de la géométrie des faces et de leurs qualités réfléchissantes sur la repartitions de la lumière dans l'espace. Les observations sont complétées par une instrumentation de la Lum-box, en disposant des capteurs sur les parois, ou dans l'espace afin de relever la distribution de l'éclairage dans la disposition étudiée. La deuxième expérience, quant

à elle, a permis aux étudiants d'émerger dans les ambiances lumineuses d'espaces emblématiques de l'architecture contemporaine à partir de relevés lumineux in situ et de reconstitutions en maquettes (testées sous ciel artificiel).

- **Les simulations numériques**

-La recherche d'Ibarra et Reinhart (2013), a proposé et testé un cadre pédagogique, ou une trousse d'outils, ou une boîte à outils d'enseignement, sous forme d'une série d'exercices, visant à enseigner efficacement la simulation de la lumière naturelle. Ce cadre pédagogique a été proposé dans un cours sur l'éclairage naturel au MIT (programme de technologie du bâtiment). La boîte à outils commence par la sélection d'un espace existant, puis se poursuit avec une série d'exercices de complexité croissante pour analyser la qualité, et la quantité de lumière, en utilisant différentes mesures de la lumière du jour (FLJ, éclairement ponctuel, autonomie lumineuse), et se termine par la comparaison de l'évaluation initiale de la zone d'éclairage, et des indicateurs de performance annuels. L'étude a conclu que les étudiants qui ont prêté attention à l'ensemble du processus de simulation, ont abouti à des résultats plus précis, et que l'approche proposée a permis aux débutants de se familiariser avec les mesures simples de la lumière du jour, qu'ils peuvent observer et expérimenter, avant de passer à des paramètres de performances dynamiques plus abstraits.

-Feng (2003) a partagé son expérience d'utilisation de la technologie de simulation informatique dans un cours de design d'éclairage intérieur pour changer et améliorer l'environnement d'enseignement et d'apprentissage, et enrichir le contenu du cours. Dans un cours sur la conception d'éclairage intérieur, le logiciel de simulation et de visualisation par ordinateur Lightscape a été utilisé pour améliorer l'expérience d'apprentissage, et pour instaurer un mode d'enseignement et d'apprentissage fondé sur la réalité virtuelle. La simulation a fourni non seulement des images précises de l'espace pour l'évaluation esthétique, mais aussi, des données photométriques pour des analyses quantitatives. Les étudiants ont obtenu un retour d'expérience direct et interactif, qui les a inspirés, pour affiner davantage les solutions de conception. L'auteur révèle par l'utilisation de la technologie de la simulation, une amélioration nette de la qualité du design en termes artistiques et techniques, et une meilleure précision dans l'évaluation des projets grâce à une critique plus objective, convaincante, et constructive. Il révèle aussi un changement de paradigme de la conception basée sur l'éclairage, vers la conception basée sur la luminance, et une intégration du design d'intérieur et de la conception d'éclairage.

-L'article de Mc Minn (2004) définit la méthode utilisée pour permettre des visualisations d'éclairage, en utilisant des simulations informatiques dans le cours d'architecture de l'Université Curtin, afin d'expérimenter les résultats des simulations, sans fabriquer des modèles. La méthode utilise un logiciel fonctionnel, open source (Radiance), présenté de manière innovante, pour fournir une impression réaliste des effets d'éclairage (raccords d'éclairage, matériaux, textures, etc). L'objectif, est de faire, en sorte que les étudiants voient comment l'éclairage interagit avec la conception des espaces, et deviennent, ainsi, plus conscient de l'importance de concevoir l'éclairage.

Le cours commence par une introduction et une visualisation d'un projet conçu pour familiariser les étudiants avec le logiciel, suivi par deux exercices. Le premier est un exercice de modélisation de deux pièces, l'une est éclairée naturellement et l'autre est éclairée avec une lumière artificielle, et le second est un exercice de modélisation et de simulation d'un projet de galerie d'art. La recherche révèle que l'approche informatique pour les visualisations d'éclairage a été bien acceptée, et que

l'utilisation de ce logiciel offre une solution intéressante et peu coûteuse pour l'enseignement de la simulation d'éclairage. En effet, les étudiants ont besoin d'un logiciel qui peut, à la fois, être précis, simuler des sources de lumière artificielles et naturelles, et fournir un environnement visuellement riche. Ceci, les stimule pour développer des solutions d'éclairage basées non seulement sur le niveau d'éclairage requis, mais aussi, sur des informations appropriées et intéressantes des environnements visuels stimulants et relaxants.

-Dans un projet du laboratoire de conception durable de la MIT, Reinhart et al (2015) décrivent les leçons apprises au cours de plusieurs années d'enseignement de simulation de performance de construction à des étudiants en architecture, dans le cadre d'un cours d'introduction à la science du bâtiment. Dans cette recherche, une série d'exercice a été développée en utilisant un logiciel de modélisation et de simulation (Rhino 3D) et ses plug-ins (DIVA pour l'éclairage), pour la modélisation thermique et d'éclairage. Pour ce qui de l'éclairage, étant donné que c'est la partie qui nous intéresse dans notre recherche, les exercices proposés ont permis de réaliser une étude d'ombrage, de faire la conception, d'étudier les zones éclairées en s'appuyant sur des photos HDR, et de calculer les zones éclairées naturellement (Daysim). Par la suite, les étudiants devaient concevoir un immeuble de bureaux de 3000 m² avec de faibles émissions de gaz à effet de serre, et réaliser des simulations.

Les résultats de plusieurs exercices de simulation ont été étudiés, ce qui a permis de montrer que les étudiants en architecture, ont réussi à exécuter une série de simulations sophistiquées après cette période d'instructions, en dépit du fait qu'ils n'ont aucune expérience en science du bâtiment, ou en modélisation. Les auteurs estiment que le jeu de simulation présentée dans ce manuscrit vaut la peine d'être adoptée, et que cela exigera des instructeurs, une familiarisation avec l'outil informatique, et un engagement actif avec les étudiants, dans des expériences pratiques d'apprentissage actif, qui engage intellectuellement les étudiants, et qui aide à découvrir de meilleures pratiques de conception durable

-C'est à l'École d'architecture de l'Université de Liverpool, et dans le cadre d'un projet de conception collaborative, que Agkathidis et Kocaturk (2014) ont exploré le potentiel offert par l'application des outils génératifs / paramétriques, tels que Rhino et Grasshopper, afin de concevoir et de construire plus tard un petit pavillon. L'objectif était d'explorer les possibilités qui se produisaient, en combinant des outils paramétriques et des logiciels de simulation environnementale dans un seul outil de conception génératif, et d'étudier comment une telle approche peut être intégrée dans un atelier de conception éducative et postuniversitaire, en engageant les étudiants dans la recherche, le développement, l'application et l'évaluation d'outils de conception performants / génératifs dans la conception architecturale. C'est ainsi que des méthodes pédagogiques novatrices, liées à des stratégies collaboratives d'enseignement et d'apprentissage en conception numérique intégrée ont été explorées.

La particularité de leur approche réside dans le processus de conception paramétrique qui a été introduit comme un moyen (au lieu d'une fin). Chaque équipe a été invitée à optimiser sa proposition de conception, en intégrant des plug-ins de logiciels environnementaux (par exemple DIVA pour Rhino) dans son processus de conception, afin de ré-informer ses modèles paramétriques et de définir des objectifs de performance. En effet, Au lieu, de commencer la conception du pavillon en résolvant les «problèmes de conception» imposés par les enseignants, les étudiants devaient, en collaboration, définir des défis interdisciplinaires et des problèmes possibles,

puis essayez d'apporter des solutions innovantes, grâce à la modélisation associative et paramétrique (réflexion), pour proposer à la fin un travail personnalisé, partagé, réfléchi et collectif, qui sert à vérifier l'efficacité du système de conception et des méthodes d'enseignement utilisées. Chaque équipe avait proposé une fiche technique à l'usine de fabrication. La conception finale a été réalisée comme un équilibre entre la forme, la performance d'éclairage souhaitée, le coût de construction, l'efficacité de l'assemblage, ainsi que l'emplacement et les exigences de sécurité. La proposition la plus convaincante et cohérente a été choisie pour la fabrication. L'expérience d'apprentissage en conception de groupe avait permis aux étudiants d'identifier des objectifs interdisciplinaires et de développer ainsi le savoir-faire dans un contexte bien défini.

-L'article de Sarawgi (2009) traite de l'évaluation du E-light, une interface multimédia interactive, qui a été développé pour introduire des méthodes de simulation d'éclairage photométriquement précises dans le processus de conception d'éclairage, dans le but de démontrer les capacités des logiciels de conception d'éclairage, encourager les architectes d'intérieur à concevoir à l'aide de logiciels d'éclairage et intégrer l'éclairage dans le processus de conception.

L'E-light qui est composé en trois composants principaux (éclairage, logiciel, et module d'application d'éclairage) a été testé dans un cours de design d'éclairage intérieur. Les étudiants devaient proposer des solutions de conception d'éclairage qualitatives et quantitatives d'un projet qui ont été analysées à la fin. Des questionnaires ont été administrés aux étudiants pour évaluer leur perception de l'utilité de l'éclairage dans leurs conceptions. Les résultats de cette étude soulignent l'importance des outils pédagogiques numériques interactifs tels que l'E-light, pour améliorer l'apprentissage des étudiants. D'après l'auteur, ces outils permettent aux apprenants de contrôler leurs interactions avec les médias, ce qui facilite une auto-surveillance et encourage la réflexion des apprenants, favorisant ainsi l'apprentissage centré sur l'apprenant.

-Almadiyah et Elkadi (2014) ont mené une recherche à la Portsmouth School of Architecture au Royaume-Uni, dans laquelle ils ont essayé de montrer le rôle des outils de modélisation et de simulation de la lumière du jour dans l'amélioration de l'expérience d'apprentissage des étudiants et le développement professionnel. L'objectif, était de proposer une pratique d'enseignement pour contribuer à une meilleure expérience d'apprentissage et un meilleur niveau d'engagement. Deux phases de révision et d'amélioration ont été réalisées, dans la première phase d'amélioration, des changements ont été opérés (introduction de la modélisation, de la simulation environnementale, et des stratégies d'évaluation dans le programme d'études). Ceci, a été suivi par une évaluation des étudiants à l'aide d'un questionnaire. La deuxième phase d'amélioration, quant à elle, a connu des améliorations à travers l'introduction d'une analyse d'étude de cas, et la modification de la tâche de modélisation qui est désormais complétée par une équipe de quatre (04). Cette phase est aussi caractérisée par l'introduction des jeux de rôle, une méthode pédagogique qui peut être mise en œuvre de différentes façons, selon la nature et les objectifs de l'activité.

La pratique d'enseignement proposée par les auteurs a permis d'améliorer la performance des étudiants. Elle leur a aussi offert la possibilité d'un apprentissage expérientiel, la possibilité de travailler en équipe, et des capacités de discussion et d'interaction.

- **La combinaison de deux approches**

-L'article de Dubois (2006) illustre la méthode d'enseignement appliquée dans un cours d'éclairage d'un atelier de conception sur les ambiances physiques à l'École d'architecture de l'Université Laval,

afin de promouvoir l'utilisation de la lumière du jour dans les bâtiments. Suite à des conférences, des tutoriels, des lectures, et des études de cas (stratégies de la lumière du jour dans les grands projets architecturaux), un scénario d'éclairage (lumineux) selon les besoins biologiques fondamentaux et les transitions lumineuses a été développé dans un exercice de conception architecturale. Par la suite, des analyses ont été réalisées à l'aide de divers outils: modèles physiques, calculs manuels et méthodes graphiques, tableurs, simulations informatiques (Ecotect et Radiance).

Les résultats de cette recherche se présente sous forme d'un ensemble de données et d'images puissant et informatif, qui alimente le processus de conception et améliore les qualités architecturales du projet. Cet article présente une méthode souple qui combine plusieurs approches pour enseigner la lumière naturelle, utilise des outils de modélisation et de mesure, et intègre le tout dans l'atelier de conception. Le succès de l'atelier démontre qu'il est possible d'enseigner des concepts d'éclairage très avancés dans un temps relativement court (2 mois).

-Sarawgi (2004) a tenté de combiner les modèles réduits et la simulation numérique dans l'enseignement de la lumière naturelle à l'Université de la Caroline du Nord, par l'intermédiaire d'un projet basé sur l'observation, la visualisation et l'expérimentation des qualités expérientielles de la lumière dans un environnement choisi.

Les étudiants ont construit des modèles physiques de l'espace, pour représenter sa qualité d'éclairage et comprendre l'échelle de cet espace. Ceci a été suivi, par la visualisation et l'exploration des qualités d'éclairage dans l'espace, à l'aide d'outils de simulation d'éclairage assistés par ordinateur, en essayant des proportions alternées, des ouvertures, des couleurs et des configurations de texture, afin de créer des variations spatiales des projets sélectionnés. Au cours, du projet, les étudiants ont étudié les résultats du projet, et donné leurs impressions sur les outils utilisés pour la compréhension des interactions de la lumière et de l'espace.

L'auteur affirme que cet exercice a aidé les étudiants à développer une meilleure compréhension de la physique de la lumière grâce à la visualisation.

-La recherche de Demirbilek et al (2009), décrit, explique et compare deux approches différentes de l'enseignement de la conception de la lumière du jour dans l'atelier de conception. Après avoir reçu les connaissances de base sur l'éclairage naturel, l'éclairage artificiel et les couleurs, les étudiants devaient réaliser des projets qui intègrent l'éclairage naturel dans la conception architecturale. Le premier atelier est celui de l'outil numérique (modélisation informatique). Il est axé sur la visualisation, et dirigé par un enseignant qui possède une vaste expérience en matière de communication numérique, d'environnements synthétiques et de modélisation 3D. Le second atelier a été conduit en suivant une approche expérimentale basée sur l'utilisation des maquettes pour la visualisation de conceptions complexes de la lumière du jour.

Grace à un environnement éducatif centré sur l'étudiant et riche en échange et en collaboration, des résultats positifs pour la réussite de l'apprentissage ont été observés. En effet, les auteurs ont observé un grand enthousiasme à l'idée de concevoir et de tester diverses propositions. Selon eux, le succès d'apprentissage des étudiants a été atteint, et ce, en construisant leurs propres compréhensions du savoir, en intégrant la vaste expertise des enseignants dans leurs pratiques pédagogiques, en offrant la possibilité d'apprendre et de mettre en pratique de nouvelles compétences, en utilisant un nouvel outil de conception, et en construisant leur propre compréhension des connaissances. Mais ils ont tout de même relevé que durant le premier atelier, les étudiants ont manqué de temps pour

améliorer les conceptions et intégrer la lumière du jour dans les projets, contrairement aux étudiants du deuxième atelier qui ont pu assimiler plus facilement les concepts en utilisant les maquettes, et avancer plus rapidement dans leurs projets. Mais en contrepartie, les étudiants du deuxième groupe ont été confrontés à la difficulté de reconstruire les modèles réduits après avoir apporté des modifications.

-Deux stratégies ont été adoptées pour l'étude de la lumière du jour en atelier de conception par Sarawgi et Paranandi (2003). La première consiste à combiner des méthodes CGI traditionnelles avec les résultats des modèles réduits réalisés dans l'atelier de conception. La deuxième a porté sur les systèmes de visualisation de l'éclairage naturel en utilisant le logiciel Lightscape.

Leurs expériences montrent que la visualisation basée sur CGI, en particulier lorsqu'elle est combinée avec des modèles physiques traditionnels, était beaucoup plus utile et efficace dans le processus de conception, étant plus proche de la nature fluide du processus de conception. Bien que la simulation visuelle soit capable de produire des images plus réalistes, son succès dans le processus de conception s'est limité à étudier des espaces intérieurs simples et clairement définis. Le temps nécessaire pour apprendre de nouvelles compétences, fait perdre beaucoup de temps à l'atelier.

-La recherche de Sandra Fiori et al, a déjà été citée dans cet état de l'art, lorsqu'on a évoqué la pédagogie réflexive, et l'approche ethnographique vers laquelle l'auteur s'est penché dans son approche. A présent, nous allons mettre l'accent sur l'aspect expérimental de ce projet de recherche, dans lequel plusieurs techniques ont été mises en œuvre.

En se basant sur une pédagogie réflexive, Fiori et al (2008) ont proposé deux expérimentations basées sur la lumière naturelle. La première est un exercice composé de deux TD intitulés : "Volumes- Lumière" (fabrication et association spatiale de volumes simples en carton, tester les effets spatiaux et lumineux de différentes configurations, et représentation par le dessin), et "Croquis d'architecture" (montrer, comprendre, analyser et représenter la lumière dans un lieu où la lumière et les dispositifs mis en œuvre par les architectes sont très intéressants). La deuxième est un exercice qui s'intitule "L'atelier lumineux". Il porte sur la conception d'un atelier d'artisan, situé en site urbain et pour lequel les apports de lumière sont essentiels. Dans cet exercice, les maquettes ont constitué un support pédagogique, les photographies prises à l'intérieur des maquettes, mettent en évidence le phénomène de décroissance rapide de l'éclairage dans la profondeur d'un local. Ces observations sur maquette ont été illustrées de manière quantifiée, sous la forme de simulations de facteurs de lumière du jour avec le logiciel Lesodial.

Dans ce travail de recherche, deux points ont attiré particulièrement notre attention. Le premier est le recours à une expérimentation graphique, et le second est l'emploi de la notion de Dispositif. En effet, la lumière y étant définie comme « élément fondateur de tout dispositif architectural », le dispositif est convoqué sur le mode de l'expérimentation, et porte sur l'articulation entre dispositif et effet. Il s'agit ainsi, d'observer-comprendre-représenter, comment interagissent dispositifs architecturaux et effets lumineux, en faisant varier des paramètres élémentaires tels que la texture, les directions de lumière, les valeurs et contrastes ... Le travail d'articulation entre dispositif et effet a été utilisé dans le premier TD, et il a aussi été repris dans L'atelier lumineux.

-L'article de Hansen et Mullins (2014) discute de la nécessité d'une intégration des approches scientifiques, techniques et créatives de la lumière et présente la théorie, les méthodes et les applications pour répondre à ce besoin.

La théorie de conception proposée par les auteurs a été développée à partir de trois expériences, elle montre comment des critères qualitatifs et quantitatifs distincts dans différentes traditions disciplinaires peuvent être intégrés avec succès, malgré des formations techniques/scientifiques, sociales et artistiques/humaines disparates.

La première expérience explore la technologie des cellules solaires, la transparence et la lumière dans l'espace, la lumière est absorbée, transmise ou réfléchiée dans des cellules solaires transparentes dans le projet illustré par des sacs de glaçons. La seconde expérience explore comment la lumière peut créer de nouvelles qualités dans les composants de cellules solaires transparentes dans ce projet, à travers l'ornementation de la cellule solaire PEC. Dans la troisième expérience, les groupes d'étudiants ont défini des modèles, des croquis numériques et des animations de luminance pour optimiser le climat intérieur, l'énergie passive et la lumière du jour. Ces expériences sont menées pour fournir le matériel empirique à partir duquel une théorie et un modèle d'action interdisciplinaire peuvent être élaborés, et pour pouvoir comprendre et synthétiser la connaissance de la lumière dans différents domaines : design, architecture, Technologie des médias et ingénierie au plus haut niveau international. Le matériel empirique recueilli par les expériences et les explorations théoriques, a permis de tirer un modèle qui est appliqué à un programme pédagogique pour un master en conception d'éclairage basé sur l'immersion dans la résolution de problèmes en équipe, dans le contexte d'expériences de projets réels. Il s'agit d'un contexte de compétences d'apprentissage à plusieurs niveaux, dans lequel les connaissances acquises dans les cours sont synthétisées dans les 15 projets semestriels en s'appuyant sur la méthode «Probel Based Learning» (PBL).

-L' article de Peters (2012) explore comment utiliser les outils de simulation et la photographie à plage dynamique élevée (HDR) en utilisant des modèles physiques comme outil pédagogique pour les étudiants du premier cycle, dans un atelier de conception architecturale.

Il a donc introduit avec les étudiants des modèles d'éclairage naturel grâce à des modèles réduits qui facilitent les changements de conception dès le début du processus de conception. Les étudiants devaient alors prendre des photos HDR avec des appareils photos, ces photos HDR, et contrairement aux images numériques normales, permettent d'avoir une plus grande plage de luminance entre les zones claires et sombres d'une photographie. Les images HDR ont ensuite été traitées à l'aide du logiciel "Photosphere", développé par Greg Ward l'auteur de "Radiancé". Ce logiciel permet de créer une fausse carte de luminance des couleurs de la scène, qui illustre aux étudiants à quel point leurs intentions pour les niveaux de lumière du jour ont été respectées dans leurs modèles d'éclairage naturel. Cette intervention a donc permis de faire de l'analyse énergétique une partie du processus de conception, et a permis aux étudiants d'intégrer la lumière du jour dans ce processus de façon simple et ludique.

- **La combinaison de plusieurs approches**

-Laburte (2009) a présenté un rapport d'activité du Laboratoire Lumière - Architecture de l'école d'Architecture de Strasbourg appelé "De lumine". Ce laboratoire propose une démarche d'exploration des connaissances liées aux ambiances lumineuses, son travail vise à la fois à obtenir une vue sensible (qualitative) et technique (quantitative) des phénomènes physiques. Il s'appuie sur

une pédagogie de l'expérimentation qui place l'étudiant dans une situation de sujet agissant dans l'acquisition des connaissances, une pédagogie pour approcher le réel, pour penser la matière et le concret. L'organisation pédagogique est construite sur le principe d'une démarche « hybride », à partir de travaux de modélisation informatique et d'expérimentations. Deux types de travaux sont menés dans le laboratoire : des manipulations de maquettes testées sous des conditions d'éclairage contrôlées, permettant d'agir notamment sur la taille, la position, la forme des ouvertures, ou sur la qualité de réflexion ou de coloration des parois, ... Elles s'appuieront sur des hypothèses vérifiées par des mesures (intensité, FLJ...). Et la fabrication de maquettes numériques, représentation d'architecture existante en 3D. Le travail mené parallèlement sous la forme d'expérimentations et de modélisation informatique permet en outre de comparer utilement la prévision de phénomènes, leur observation, et leur représentation. Des études de cas, bâtiments représentatifs de l'architecture contemporaine, serviront à constituer un thésaurus sur le thème des ambiances lumineuses en architecture.

-L'article de Gilian (2017) cherche à proposer un cadre pour encourager l'évaluation de la lumière du jour dans la pratique architecturale. Son étude vise à étudier les relations entre le processus de conception et l'intégration des paramètres d'éclairage naturel pour un groupe d'étudiants en architecture et en design d'intérieur.

Quatre ateliers ont été créés afin d'évaluer l'utilisation et la valeur d'un ensemble de mesures d'éclairage choisies dans différents modes d'apprentissage à différentes étapes du processus de conception, mais aussi, pour trouver les applications les mieux adaptées aux mesures et outils d'éclairage naturel existants. Le premier atelier entre dans le cadre d'une évaluation visuelle d'un bâtiment, il consiste à une visite de terrain avec les étudiants, et une prise de mesure in situ (calcul du FLJ et UDI). Le second atelier fait recours à des modèles réduits développés pour un projet d'atelier de design et testés sous un ciel couvert, pour évaluer l'éclairage et identifier la quantité de la lumière dans l'espace en fonction des objectifs attendus. Le troisième atelier consiste à créer et simuler un modèle 3D, en utilisant le logiciel Climate Based Daylight afin de répondre aux objectifs souhaités. Et le quatrième atelier, est en réalité une séance d'examen oral ; tenue environ quatre semaines plus tard, et organisée pour débattre des propositions de conception des étudiants.

Un sondage recueilli, auprès des participants de chaque atelier, a démontré que les participants ont aimé participer à la prise de mesures d'éclairage. Ils ont trouvé que les mesures de modèles physiques, ou d'espaces construits, étaient faciles et prenaient moins de temps que l'analyse avec des logiciels. Les participants, qui ont utilisé le logiciel, ont trouvé que cette méthode était la plus appropriée à la fin du projet, car elle évite de fabriquer une maquette après chaque changement de conception. Cet article préconise donc, la création d'outils pouvant s'intégrer dans chaque étape de la conception de manière « conceptuelle », afin de convenir aux objectifs de conception et à la précision de l'information sur la lumière naturelle nécessaire.

-L'article de Demirbilek et Demirbilek (2007), vise à partager et à discuter l'expérience et les connaissances acquises grâce à leurs expériences d'apprentissage centré sur l'étudiant dans l'atelier de conception.

Ces auteurs ont engagé les étudiants dans des expériences pratiques par des exercices de conception réalisés en utilisant des maquettes, un héliodol, un ciel artificiel, un logiciel informatique, et de divers appareils de mesure. Ceci a permis aux étudiants de voir, toucher, essayer, mesurer, analyser,

découvrir les effets de l'éclairage naturel sur un espace intérieur, tester, et expérimenter diverses solutions. Il est aussi important de souligner l'importance accordée par les auteurs au travail en groupe et la discussion des résultats avec les membres de chaque équipe, afin de développer des techniques de travail interactives, et introduire une dimension sociale pour l'apprentissage des étudiants. Les auteurs soutiennent qu'un engagement actif promu par l'apprentissage centré sur l'étudiant, aidera les étudiants à apprendre et à obtenir eux-mêmes des résultats, tout en étant guidés par les enseignants. Ils soutiennent aussi que cette approche aidera à appliquer l'information, et à se rappeler plus tard des notions acquises, et que l'intégration progressive des applications pratiques dans l'enseignement de l'architecture par des exercices, améliorera les méthodes théoriques d'enseignement dans le milieu universitaire, engagera activement les étudiants, et améliorera leurs performances.

- **La construction à l'échelle réelle**

Les grands ateliers constituent un lieu expérimental et expérimentable

Les grands Ateliers proposent une plate forme d'expérimentation pour le développement des pratiques pédagogiques et de recherche, leur concept original repose sur deux idées principales, apprendre à construire ensemble dans une logique d'approche multiculturelle, afin de mieux répondre aux enjeux actuels de la construction, et travailler et penser avec ses mains en s'appropriant la matière et les matériaux. C'est une formation en action qui permet d'enseigner, d'expérimenter et de construire, qui offre la possibilité de tester des hypothèses ou des protocoles directement liés à leurs enseignements, d'expérimenter différents niveaux de réalité allant de la prise de conscience de la matérialité des matériaux jusqu'à l'appréhension sensorielle de l'espace et des structures, et de découvrir les réalités de la construction qui est une source d'enseignement (Snyers A, 2008).

Dans le cadre des grands ateliers de l'Isle d'Abeau (Isère), Liveneau (2008) a mené trois expérimentations qui nous intéressent particulièrement dans notre recherche.

La première expérimentation est intégrée au 1er exercice de projet en 2ème année du cycle Licence à l'école d'architecture de Grenoble, dans la thématique Espace/Composition, Organisation/Lumière est transversale à l'ensemble des ateliers de projet. Elle consiste à construire 4 constructions en bois à l'échelle 1, éclairées en lumière naturelle, et par déplacement de projecteurs. Les constructions réalisées sont le moyen d'étudier les dispositifs usuels de traitement de la lumière naturelle comme les réflecteurs, les déflecteurs, les conduits, les filtres... Un luxmètre est utilisé dans cette expérimentation afin de permettre une sensibilisation à la quantification de la lumière (intensité et facteur de lumière du jour). Les étudiants associent, composition spatiale et organisation lumineuse, en fondant la mise en forme architecturale sur des qualités d'ambiance visuelle et lumineuse déterminées (Liveneau, 2008, p158).

Durant la deuxième expérimentation, les étudiants expérimentent la mise en œuvre de dispositifs architecturaux qui structurent et donnent forme à l'expérience sensible d'effets visuels, lumineux et sonores. Ils commencent par définir le programme, les ambiances et les effets qu'ils souhaitent mettre en œuvre. Ils construisent ensuite une structure parallélépipédique qu'il est possible de

parcourir et de traverser. Enfin, le terme de l'exercice engage les étudiants à expliquer leurs projets et proposer un parcours sensible au sein de leurs constructions (Liveneau, 2008, p146).

La troisième expérimentation, quant à elle, consiste à concevoir de petites architectures qui mettent en œuvre certains effets sonores ou lumineux. Ces objets sensibles relèvent du champ, des ambiances, de la conception et de la construction. Ce module expérimental est intégré à un enseignement de Master, et a pour objet la réalisation de "dispositifs ambiants multimodaux" (Liveneau, 2008, p148).

D'autres auteurs qu'on a cités auparavant ont adopté ce principe de construction à l'échelle. Il s'agit d'Agkathidis et Kocaturk (2014) qui ont donné à leurs étudiants la possibilité de construire un petit pavillon, et de Laburte et Rizzotti (2012) qui ont permis aux visiteurs d'un musée, de vivre des architectures éphémères capables d'éveiller des émotions justes ; grâce aux projets bâtis par des étudiants (un igloo en bois et une petite nef).

- **L'apprentissage constructiviste : application de la théorie de la flexibilité cognitive**

La théorie de la flexibilité cognitive utilise les méthodes constructivistes pour appuyer l'acquisition de connaissances avancées dans des domaines de connaissances complexes et mal structurés. La conception, comme le droit et la médecine, est considérée comme un domaine mal structuré, caractérisé par de nombreux concepts interagissant contextuellement dans des modèles et des cas uniques. En d'autres termes, les problèmes sont désordonnés et irréguliers plutôt que finis et linéaires. Les problèmes dans ces domaines exigent «la capacité de rassembler de façon adaptative les divers éléments de connaissances pour les adapter aux besoins particuliers d'une compréhension donnée ou d'une situation de résolution de problèmes» (Spiro et al., 1992).

En partant avec le principe que l'apprentissage constructiviste forme la base de la formation en atelier de conception, Judy Theodorson, une auteure qui nous intéresse particulièrement dans notre recherche, a présenté plusieurs travaux de recherche sur l'enseignement de la lumière naturelle en architecture en se basant sur la théorie de la flexibilité cognitive de Spiro. Elle propose des méthodes simples, avec des outils et des approches qui sont disponibles à tous les niveaux de l'enseignement de la conception, et qui permettent de développer des habitudes d'apprentissage de nature constructiviste, encourageant ainsi un processus continu d'acquisition de connaissances, et faisant progresser les approches pédagogiques dans l'enseignement de la lumière à travers des méthodes de conception constructivistes dans l'atelier

-Theodorson (2011) a présenté un modèle conceptuel pour relier un atelier d'architecture d'intérieur et un cours d'éclairage, qui permet de créer des intersections cognitives autour des aspects physiques, expérientiels et fonctionnels de la lumière et de la conception. En s'appuyant sur la théorie de l'apprentissage constructiviste, elle propose une idée d'échafaudage conceptuel qui soutient la découverte à travers des outils d'observation, d'enregistrement, de mesure, et de représentation. Pour illustrer l'application de la méthode, trois exemples ont été fournis. Le premier exemple est un projet qui a amélioré les compétences visuelles des étudiants et qui a mis en avant l'idée que la lumière est un matériau de conception (illuminer un modèle avec différentes sources de lumière, variabilité de la directionnalité de l'intensité et de la couleur). L'intention du deuxième exemple était de promouvoir la connaissance expérientielle de l'interrelation de la lumière, du matériau et de l'espace tout en réfléchissant sur le pouvoir de la lumière en place (commencer la

conception par un modèle abstrait et travailler directement avec la lumière et les matériaux de manière exploratoire). Dans le troisième exemple, les étudiants ont mené des études sur le terrain en utilisant des photomètres pour créer des cartes de l'environnement lumineux à partir desquelles les comportements humains pourraient être étudiés.

-La méthode d'enseignement proposée par Theodorson (2012) change complètement des méthodes utilisées habituellement. Plutôt que de fournir des informations, elle emploie l'idée d'échafaudage cognitif pour conceptualiser quatre dimensions de la lumière: la composition, l'expérience, la substance et la marchandise, et elle soutient l'apprentissage des étudiants par des rencontres directes avec la lumière, en mettant l'accent sur la découverte à travers des outils d'observation, d'enregistrement, de mesure et de représentation. La découverte de ces quatre dimensions s'est faite sous formes d'exercice dans l'atelier de conception, en utilisant des modèles réduits et des photos prises par les étudiants.

-Theodorson (2013) a proposé une méthode qui favorise la découverte et l'expérimentation pour étudier les conditions atmosphériques de la lumière et de l'espace. Pour cela, un projet qui inverse littéralement le processus de conception a été expérimenté. Ce projet propose de commencer le processus de conception par le défi d'un « moment de lumière », afin de faire de la lumière un élément générateur.

-C'est avec cette interrogation « Comment pouvons-nous, en tant qu'enseignants, équilibrer la connaissance technique et bien structurée de la lumière du jour avec les aspects plus poétiques et expérimentiels? » que Theodorson (2017) a structuré son étude.

Elle présente un modèle d'atelier de recherche en conception intégrée (IDR), un modèle qui se concentre sur la recherche créative, qui est axée sur les données pour mieux comprendre les problèmes de conception contemporaine, et dans lequel enseignants et étudiants en architecture d'intérieur s'engagent en collaboration dans une recherche exploratoire créative et axée sur les données dans le but de former une base pour une idée de conception innovante.

Le IDR est composé de deux parties. La première partie consiste à découvrir les données visuelles de la lumière du jour, et à développer une base de données visuelle qui révèle ses caractéristiques. Trois exercices ont été développés dans cette partie (comparaison de cartographies de l'éclairage, observations des variations de la lumière, observations des variations des textures et des matériaux). Dans la deuxième partie, les écrits créatifs ont été mis à profit pour découvrir le langage et pour visualiser les comportements de la lumière.

-En plus des travaux de Judy Theodorson, la thèse de Tural (2006) mérite d'être citée dans notre recherche car ce dernier avait comme objectif l'analyse de l'efficacité de l'apprentissage constructiviste dans l'atelier de conception. C'est ainsi qu'il a proposé une approche pédagogique qui introduit un cadre constructiviste comme fondement pour rappeler les connaissances des cours liés à l'éclairage dans l'atelier de conception, afin de les employer par la suite. Il a aussi établi une approche multi-niveaux dans l'enseignement (niveaux inter, multi et transdisciplinaires), et a intégré les aspects qualitatifs et quantitatifs de l'éclairage dans les programmes de conception.

Deux sections d'atelier de conception ont été composées avec un nombre égal d'étudiants (groupe expérimental et groupe témoin) dans le but de comparer les deux groupes et tester l'efficacité de la méthode proposée. Le cours a été mis en œuvre au moyen d'un projet de conception et de discussions (opportunités pour construire ses propres connaissances sur l'éclairage), durant lequel un

jury préliminaire a tenté d'apporter une évaluation et des orientations, et un jury final a réalisé l'évaluation des projets. Ces évaluations, qui sont un moyen pour analyser l'efficacité de pédagogie proposée, ont été analysées en utilisant des méthodes statistiques. Les résultats ont démontré que l'intégration des stratégies pédagogiques constructivistes améliorerait la performance des étudiants dans leurs projets d'atelier en termes d'exigences de conception d'éclairage (Tural, 2006).

- **L'apprentissage expérientiel : application de la théorie de l'apprentissage expérientiel**

-La recherche de Bhagyashri et al (2020) a déjà été citée dans notre thèse, mais nous reviendrons dessus car la deuxième expérience proposée par les auteurs, tend à encourager l'engagement des étudiants dans les modules techniques en appliquant un apprentissage expérientiel. En effet, cette recherche propose une conceptualisation expérientielle des projets, à travers un exercice qui consiste à concevoir des systèmes de fenêtres qui permettraient d'obtenir un maximum de lumière du jour, un minimum d'éblouissement et une ventilation maximale dans les espaces intérieurs. Les étudiants ont fabriqué des modèles en papier à échelle réduite qu'ils ont placés sous la lumière de façon à ce que la lumière passe à travers ces fenêtres, permettant ainsi l'évaluation des ombres et de l'éblouissement. C'est ainsi qu'ils ont pu cartographier la lumière qui pénètre dans la pièce à travers les différents types de fenêtres qu'ils ont conçues.

Cette expérience planifiée pour un apprentissage expérientiel, révèle l'intérêt et l'engagement des étudiants tout au long de l'activité. Elle révèle aussi que les étudiants ont pu déduire les bonnes dimensions des fenêtres et leur emplacement pour obtenir un meilleur éclairage intérieur, éviter l'éblouissement et optimiser la ventilation. Cette expérience leur a également appris à explorer des idées d'un niveau conceptuel à un niveau de compréhension réaliste par l'expérimentation, et à explorer, conceptualiser et expérimenter également d'autres aspects de leur conception, et ce, en se basant sur le prototypage des idées pour créer des modèles qui peuvent être testés afin de donner des preuves plus concrètes de la faisabilité de leur conception. Les auteurs concluent en avançant que des exercices pratiques aideraient l'étudiant à mieux comprendre le concept, et que l'apprentissage expérientiel dans les écoles de design devrait être encouragé.

-L'article de Gillian (2019) cherche à remettre en cause l'usage exclusif des outils numériques pour la compréhension et la représentation des espaces intérieurs éclairés naturellement en proposant une approche pédagogique constructiviste, qui prône des méthodes d'enseignement de la conception de l'éclairage naturel de manière expérientielle, permettant aux concepteurs de travailler directement avec l'objet à travers des stratégies qui encouragent l'invitation et la découverte sensorielle.

Une série d'ateliers sur l'éclairage a été créée pour explorer et évaluer l'engagement physique et haptique (tactile) avec la lumière. Ces ateliers qui mettent les participants au défi de « toucher » la lumière, comportent des ateliers de conception, des groupes de discussion et des questionnaires. Durant les ateliers de conception, des scénarios contrôlés et des techniques d'observation ont été mis en œuvre, et ce, en décrivant les environnements lumineux d'un espace architectural, en créant des environnements lumineux (modélisation et simulation numériques), et en prenant des mesures (FLJ, éclairement,...). Cette étude offre un aperçu des méthodologies de pédagogie de conception pour créer et traduire les ambiances lumineuses, et qui peuvent fournir des relations transparentes entre l'apprentissage expérientiel, le raisonnement numérique et les techniques de représentation. Elle se présente sous forme de constructions pédagogiques invitant à l'apprentissage physique et

expérientiel des principes d'éclairage en collaboration avec des modes d'apprentissage numériques pour fournir des connexions et des traductions à développer grâce à la lumière "touchante".

-Isoardi (2010) a mené une étude explorant l'apprentissage expérientiel dans la pratique de la conception d'éclairage. Il s'agit d'un voyage en tant qu'activité d'apprentissage par l'expérience, qui vise à fournir aux étudiants de maîtrise en éclairage de deux universités australiennes, des expériences concrètes dans plusieurs domaines de l'éclairage qui permettront un apprentissage en profondeur dans un contexte professionnel et développer leurs capacités. Cette excursion à Shanghai, en Chine et dans les régions avoisinantes a pour objectif d'offrir aux étudiants un aperçu des problèmes pratiques de l'industrie de l'éclairage au niveau international et de le faire dans un contexte unique et authentique

Afin d'évaluer les résultats de la visite sur le terrain, une enquête auprès de l'ensemble du personnel et des étudiants qui y ont participé a été menée à la fin. Les questions du sondage ont été distribuées avant le voyage, afin de révéler les questions avant l'expérience et d'inciter les participants à réfléchir sur leur expérience en ayant les questions de l'enquête en tête. À cet égard, l'enquête elle-même faisait partie du processus d'apprentissage en encourageant l'observation réflexive, un élément du cycle d'apprentissage expérientiel. L'étude a révélé les avantages suivants : une connaissance et une compréhension accrues des problèmes de fabrication en matière d'éclairage, un apprentissage expérientiel dans la pratique de la conception d'éclairage, une meilleure compréhension des influences culturelles dans la conception et une amélioration des contacts professionnels au sein de l'industrie de l'éclairage. Les sorties sur le terrain peuvent également servir d'expérience de programme inversée pour les nouveaux étudiants afin de les impliquer et de promouvoir l'apprentissage dans un contexte professionnel.

-Avant de donner plus de détails sur la recherche de Sarawgi (2004), il est important de préciser que l'auteur n'évoque pas la théorie de l'apprentissage expérientiel dans son article, mais on a tout de même jugé pertinent de citer son travail parmi les recherches qui ont proposé un apprentissage expérientiel pour l'enseignement de la lumière. En effet, Sarawgi propose une méthode d'enseignement de l'éclairage qui explore les qualités expérientielles de la lumière, en rupture avec les méthodes d'enseignement traditionnellement utilisées. Elle considère la lumière dès le début comme une entité matérielle et expérientielle, au lieu d'être une réflexion après coup.

L'accent a été mis sur l'expérimentation de la lumière par rapport à d'autres éléments de la conception, en optant pour une approche pédagogique qui étudie et utilise la lumière et l'ombre comme matériaux de conception primaire, dans le but, de visualiser des espaces par la manipulation de la lumière du jour et de la lumière électrique. Le projet proposé a comme objectif de rendre, le processus de conception d'éclairage plus expérientielle. Il s'agit d'un projet basé sur l'observation, la visualisation et l'expérimentation des qualités expérientielles de la lumière dans un environnement choisi, où les étudiants doivent explorer la lumière, comme un contributeur important vers la création de la spécificité d'un lieu, et apporter leurs expériences variées de la lumière.

Les étudiants ont construit des modèles physiques de l'espace, pour représenter sa qualité d'éclairage et comprendre l'échelle de cet espace. Ceci a été suivi, par la visualisation et l'exploration des qualités d'éclairage dans l'espace, à l'aide d'outils de simulation d'éclairage assistés par ordinateur (variation des ouvertures, des couleurs, des configurations, des textures...pour créer des variations spatiales des projets sélectionnés). Au cours du projet, les étudiants ont étudié les résultats obtenus,

ils se sont exprimé sur les possibilités et les limites des résultats de leurs projets, et ont donné leurs appréciations sur les outils de l'expérimentation (maquette et outil numérique). Dans l'ensemble, la plupart des étudiants ont estimé que les médias numériques renforcent leur interprétation de la lumière et de l'espace. Au début, les moins familiarisés avec l'outil informatique, ont préféré la simulation du modèle physique, et l'ont jugé plus intuitive. Néanmoins, ils ont utilisé les médias numériques pour faire des explorations spatiales en essayant d'autres configurations d'éclairage. De nombreux étudiants ont également apprécié l'essai écrit au début de l'exercice ; dans lequel, ils ont contribué par leurs expériences variées et utiles de la lumière, à explorer la qualité de l'éclairage d'une manière abstraite mais créative, avant de passer aux vérifications quantitatives et objectives à l'aide des maquettes et des logiciels. Ceci les a aidés à concevoir la lumière dans l'espace, plutôt que de la décrire tout simplement.

- **Application du système 4 Mat**

Comme on l'a évoqué précédemment dans ce manuscrit, le système 4MAT a été appliqué par plusieurs chercheurs dans l'enseignement supérieur, mais nous avons trouvé qu'une seule application du système 4MAT dans l'enseignement de la lumière en architecture. Il s'agit de la recherche de Sarawgi (2001), qui a proposé des expériences d'apprentissage basées sur le système 4Mat de McCarthy avec les modifications de Nussbaumer (2001) comme cadre théorique. Sa démarche est réalisée afin de chercher des stratégies d'enseignement pour les enseignants en architecture d'intérieur qui aiderait les étudiants à développer une approche de conception intégrée, qui inclut l'éclairage naturel comme un élément important de l'environnement intérieur. Dans sa recherche, elle permet aux étudiants de passer par les quatre étapes de l'éducation expérientielle, et ce, en expérimentant, en réfléchissant, en pensant et en agissant. Les auto-évaluations des étudiants à la fin du processus d'apprentissage expérientiel ont démontré une meilleure compréhension de la lumière du jour et de son impact sur les espaces intérieurs, ce qui indique que ces stratégies pourraient être utiles pour les enseignants qui veulent guider leurs étudiants vers un processus de conception intégré incluant l'éclairage naturel.

- **Annexe 17** : ILS (index des styles d'apprentissage de Felder)

INDEX OF LEARNING STYLES

DIRECTIONS

Enter your answers to every question on the ILS scoring sheet. Please choose only one answer for each question. If both “a” and “b” seem to apply to you, choose the one that applies more frequently.

1. I understand something better after I
 - a) try it out.
 - b) think it through.
2. I would rather be considered
 - a) realistic.
 - b) innovative.
3. When I think about what I did yesterday, I am most likely to get
 - a) a picture.
 - b) words.
4. I tend to
 - a) understand details of a subject but may be fuzzy about its overall structure.
 - b) understand the overall structure but may be fuzzy about details.
5. When I am learning something new, it helps me to
 - a) talk about it.
 - b) think about it.
6. If I were a teacher, I would rather teach a course
 - a) that deals with facts and real life situations.
 - b) that deals with ideas and theories.
7. I prefer to get new information in
 - a) pictures, diagrams, graphs, or maps.
 - b) written directions or verbal information.
8. Once I understand
 - a) all the parts, I understand the whole thing.
 - b) the whole thing, I see how the parts fit.
9. In a study group working on difficult material, I am more likely to
 - a) jump in and contribute ideas.
 - b) sit back and listen.
10. I find it easier
 - a) to learn facts.

- b) to learn concepts.
11. In a book with lots of pictures and charts, I am likely to
 - a) look over the pictures and charts carefully.
 - b) focus on the written text.
 12. When I solve math problems
 - a) I usually work my way to the solutions one step at a time.
 - b) I often just see the solutions but then have to struggle to figure out the steps to get to them.
 13. In classes I have taken
 - a) I have usually gotten to know many of the students.
 - b) I have rarely gotten to know many of the students.
 14. In reading nonfiction, I prefer
 - a) something that teaches me new facts or tells me how to do something.
 - b) something that gives me new ideas to think about.
 15. I like teachers
 - a) who put a lot of diagrams on the board.
 - b) who spend a lot of time explaining.
 16. When I'm analyzing a story or a novel
 - a) I think of the incidents and try to put them together to figure out the themes.
 - b) I just know what the themes are when I finish reading and then I have to go back and find the incidents that demonstrate them.
 17. When I start a homework problem, I am more likely to
 - a) start working on the solution immediately.
 - b) try to fully understand the problem first.
 18. I prefer the idea of
 - a) certainty.
 - b) theory.
 19. I remember best
 - a) what I see.
 - b) what I hear.
 20. It is more important to me that an instructor
 - a) lay out the material in clear sequential steps.
 - b) give me an overall picture and relate the material to other subjects.
 21. I prefer to study
 - a) in a study group.
 - b) alone.
 22. I am more likely to be considered
 - a) careful about the details of my work.

- b) creative about how to do my work.
23. When I get directions to a new place, I prefer
- a) a map.
 - b) written instructions.
24. I learn
- a) at a fairly regular pace. If I study hard, I'll "get it."
 - b) in fits and starts. I'll be totally confused and then suddenly it all "clicks."
25. I would rather first
- a) try things out.
 - b) think about how I'm going to do it.
26. When I am reading for enjoyment, I like writers to
- a) clearly say what they mean.
 - b) say things in creative, interesting ways.
27. When I see a diagram or sketch in class, I am most likely to remember
- a) the picture.
 - b) what the instructor said about it.
28. When considering a body of information, I am more likely to
- a) focus on details and miss the big picture.
 - b) try to understand the big picture before getting into the details.
29. I more easily remember
- a) something I have done.
 - b) something I have thought a lot about.
30. When I have to perform a task, I prefer to
- a) master one way of doing it.
 - b) come up with new ways of doing it.
31. When someone is showing me data, I prefer
- a) charts or graphs.
 - b) text summarizing the results.
32. When writing a paper, I am more likely to
- a) work on (think about or write) the beginning of the paper and progress forward.
 - b) work on (think about or write) different parts of the paper and then order them.
33. When I have to work on a group project, I first want to
- a) have "group brainstorming" where everyone contributes ideas.
 - b) brainstorm individually and then come together as a group to compare ideas.
34. I consider it higher praise to call someone
- a) sensible.
 - b) imaginative.
35. When I meet people at a party, I am more likely to remember

- a) what they looked like.
 - b) what they said about themselves.
36. When I am learning a new subject, I prefer to
- a) stay focused on that subject, learning as much about it as I can.
 - b) try to make connections between that subject and related subjects.
37. I am more likely to be considered
- a) outgoing.
 - b) reserved.
38. I prefer courses that emphasize
- a) concrete material (facts, data).
 - b) abstract material (concepts, theories).
39. For entertainment, I would rather
- a) watch television.
 - b) read a book.
40. Some teachers start their lectures with an outline of what they will cover. Such outlines are
- a) somewhat helpful to me.
 - b) very helpful to me.
41. The idea of doing homework in groups, with one grade for the entire group,
- a) appeals to me.
 - b) does not appeal to me.
42. When I am doing long calculations,
- a) I tend to repeat all my steps and check my work carefully.
 - b) I find checking my work tiresome and have to force myself to do it.
43. I tend to picture places I have been
- a) easily and fairly accurately.
 - b) with difficulty and without much detail.
44. When solving problems in a group, I would be more likely to
- a) think of the steps in the solution process.
 - b) think of possible consequences or applications of the solution in a wide range of areas.

▪ **ANNEXE 18** : Feuille de notation de l'ILS

1. Put "1"s in the appropriate spaces in the table below (e.g. if you answered "a" to Question 3, put a "1" in Column A by Question 3).
2. Total the columns and write the totals in the indicated spaces.
3. For each of the four scales, subtract the smaller total from the larger one. Write the difference (1 to 11) and the letter (a or b) for which the total was larger on the bottom line.

For example, if under "ACT/REF" you had 4 "a" and 7 "b" responses, you would write "3b" on the bottom line under that heading..

4. On the next page, mark "X"s above your scores on each of the four scales.

ACT/REF			SNS/INT			VIS/VRB			SEQ/GLO		
Q	a	b	Q	a	b	Q	a	b	Q	a	b
1			2			3			4		
5			6			7			8		
9			10			11			12		
13			14			15			16		
17			18			19			20		
21			22			23			24		
25			26			27			28		
29			30			31			32		
33			34			35			36		
37			38			39			40		
41			42			43			44		
Total (sum X's in each column)											
ACT/REF			SNS/INT			VIS/VRB			SEQ/GLO		
a	b		a	b		a	b		a	b	
—	—		—	—		—	—		—	—	
(Larger – Smaller) + Letter of Larger (see below*)											
—			—			—			—		

*Example: If you totaled 3 for a and 8 for b, you would enter 5b in the space below.

Transfer your scores to the ILS report form by placing X's at the appropriate locations on the four scales.

ILS REPORT FORM

ACT	_____		_____	REF
SEN	_____		_____	INT
VIS	_____		_____	VRB
SEQ	_____		_____	GLO
	11a 9a 7a 5a 3a 1a		1b 3b 5b 7b 9b 11b	

If your score on a scale is 1-3, you are fairly well balanced on the two dimensions of that scale.

If your score on a scale is 5 or 7, you have a moderate preference for one dimension of the scale and will learn more easily in a teaching environment which favors that dimension.

If your score on a scale is 9 or 11, you have a very strong preference for one dimension of the scale. You may have real difficulty learning in an environment which does not support that preference.

See “Learning Styles and Strategies” by Richard Felder and Barbara Soloman for explanations of your preferences on the individual scales.

- **ANNEXE 19** : Article



TECHNIUM
SOCIAL SCIENCES JOURNAL

Vol. 37, 2022

**A new decade
for social changes**

www.techniumscience.com

ISSN 2668-7798



9 772668 779000

Learning styles of architecture and interior design students: a review of the literature

Kaba Imene¹, Abdou Saliha²

¹Department of Architecture, University Benyoucef Benkhada, Algiers, Algeria,

²Faculty of Architecture and urbanism, University Salah Bounider, Constantine, Algeria

Kaba-imen@hotmail.com, saliha.abdou@univ-constantine3.dz

Abstract. Although much has been written about the teaching of architecture, little progress has been made to improve pedagogical approaches. However, there is a consensus in the literature on the fact that educational practices in architecture are old approaches rooted in the traditions of fine arts schools, and the fact that the shift from the teaching paradigm to the learning paradigm places the student central in the learning process. This research is a systematic review of recent literature; it aims to examine the literature of the past 20 years on the learning styles of architecture and interior design students, and the effects of learning styles on their performance scores. The findings reveal the importance of knowing the learning styles to help teachers to adapt a good teaching approach appropriate to improve the academic performance of students, link between learning styles of architecture and interior design students and the pedagogical approaches adopted, and the role of the teacher in changing student learning styles.

Keywords. Educational architecture, Index of Learning Style of Felder and Soloman (ILS), Kolb Learning Style Inventory (KLSI), Learning style.

1. Introduction

Different terms have been used in literature such as learning style, cognitive style, sensory preference, and personality types. Some of these terms, in some instances, have been used interchangeably, while in other occasions they have been differentiated (Cassidy, 2004). Mortimore (2003) makes a distinction between learning styles and cognitive styles. He indicates that learning styles are seen more as strategies learners use facing learning and are seen as less stable. In contrast, cognitive styles are relatively stable. Thus, learning styles, as opposed to learner preferences, can be stretched over time. Dunn, who has conducted long-term studies on learning styles, defines it as how each learner begins to focus on, process, absorb and retain new and difficult information (Dunn & Dunn, 1992; 1993), according to her, learning styles are the use of different and specific ways by each student to prepare to learn, learn and remember new and difficult information” (Dunn & Dunn, 1992). During the learning process, students exhibit different styles through which they observe, feel, and interpret information. Personal preferences while learning are described as one's learning style, and different individual learning styles can be developed based on one's abilities and preferences (Chen & al, 2005).

Learning style theories show that individuals learn in different ways (Claxton & Murrell, 1987; Kolb, 1985). Each learning style has its own strengths and weaknesses, but that does not mean that one is better than the other (Demirbas & Demirkan, 2003).

Research confirms the importance of addressing learning styles in the development of education, particularly in areas related to design and engineering (Mills et al, 2005; Felder & Silverman, 1988). Knowing the learning style preferences of students allows higher education instructors to adopt an appropriate pedagogical approach to improve students' academic performance (Felder, 1993).

According to Cassidy (2004), over the past four decades, many studies have been conducted on learning styles. Coffield et al (2004) identified over 70 learning style theories developed over the past three decades. Several models of learning styles have been developed, but five of them have been studied in the engineering education literature (Honey and Munford, Myers-Briggs, Dunn and Dunn, Kolb, and Felder and Silverman) (Felder & Brent, 2005). Our research limited to the following two most applied models in the teaching of architecture and interior design: Kolb's experiential learning styles model and the Felder-Silverman model.

Kolb's learning styles model is supported by Kolb's Experiential Learning Theory (ELT), a comprehensive theory of adult learning and development (Kolb, 1984). For Kolb (1984) and Kolb & Kolb (2013) learning must be considered as a process and not only for the results obtained. It is therefore facilitated when students have the opportunity to test and retest their beliefs, knowledge and ideas on a given subject, and to add new and refined ideas. In order to measure learners' learning styles, Kolb developed the Kolb Learning Styles Inventory (KLSI). Six versions of this inventory have been published over the past 40 years (Kolb & Kolb, 2013). The KLSI identifies four learning styles types: Accommodating, Assimilating, Converging and Diverging.

Richard Felder and Linda Silverman formulated in 1988 a learning style model designed to capture the most important learning style differences among engineering students and provide a good basis for engineering instructors to formulate a teaching approach that meets the needs of learning of all students (Felder & Silverman, 1988; Felder, 1993). The ILS (Learning Styles Index) was therefore developed as an instrument to identify learning styles (Felder & Silverman, 1988). This instrument, which has undergone several reformulations (Felder & Soloman, 1991), classifies learners as having preferences for one category or the other in each of the following four dimensions: Sensitive/Intuitive, Visual/Verbal, Active/Reflective, and Sequential. /Global.

This paper examines the literature on the learning styles of architecture and interior design students and the impacts that the learning styles might have on their performance scores.

This review aims to: investigate the application of learning style theories in architecture and interior design, explore what may be related to learning styles, and explore the possibility of developing the teaching of architecture by helping teachers select the right teaching technique.

2. Methodology

This research is a systematic review of recent literature. Data collection and analysis were informed by published work on systematic review (Khan et al. 2003).

More specifically, a five-step process was adopted: (1) scoping of research objectives; (2) identify relevant studies; (3) assess the quality of the studies; (4) summarize the evidence; and (5) interpret the results. In accordance with these guidelines, searches and reviews of peer-reviewed journal articles and conference papers were conducted between January and December 2019 using the online database Scopus, which was chosen because of its wide journal

coverage and special features in keyword research and citation analysis. Three search terms were used to find published research: “Learning Styles”, “Learning Style Inventory” and “Architectural Education”. The selection of search criteria was based on the need to capture relevant and current evidence-based literature on the topic. Only papers published within the past 20 years (2003-2022) were included except the paper by Newland et al, (1987) which provided valuable reference.

A total of 29 items were found on the application of an instrument for measuring learning styles in the teaching of architecture and interior design. The initial screening involved reviewing the titles and abstracts of 29 of the articles. This selection made it possible to identify the full texts that would be included in the review and was based on an evaluation criterion: the level of relevance of the article in relation to the research objectives of the study. From this selection, only the articles that used the KLSI, and ILS Felder and Silverman, were selected discarding the paper that used other instruments (Honey and Munford, Myers-Briggs, Dunn and Dunn, and VARK). Through this process, only 16 articles were found to be relevant to the topic under study. Each selected article was reviewed, and narrative and quantitative synthesis were produced. The narrative synthesis consists in describing the results of the descriptive analyze carried out from the extracted data by focusing on the coherent group formed by the included studies describing the similarities/differences between them. Quantitative synthesis, on the other hand, consists of using statistical methods in order to obtain an overall measure from similar statistical measures from studies that have quite similar characteristics. SPSS software was used in this paper to perform these statistical analyzes.

3. Results and discussion

3.1. Summary tables

Before moving on to the analysis of the literature review, we considered it is important to present two summary tables. The first (Table 1) highlights the objectives of the selected research. It gathers the authors of this research according to similarities in the objectives, and the instruments for measuring learning styles. The second table (Table 2) gives more details regarding the research mentioned in the first table. It specifies certain parameters relating to the methodology (sampling, collection and analysis of data), and gives an overview of the results of this research.

Tableau 1: First summary table of architectural research that uses learning style measurement instruments (KLSI and ILS)

Instrument for measuring learning styles	Research objective	Author	Year
Kolb's Learning Styles Inventory KLSI	Identify learning styles	Demirkan & Demirbas	2008
		Tucker	2007
		Tucker	2008
	Explore link between thinking development and learning styles	Carmel-Gilfilen	2012
	Reveal the link between learning styles, perceptions and cultural biases	Newland et al	1987
	Combining learning styles and visualization skill	Nussbaumer	2000
	Finding the link between learning styles and performance assessment	Demirbas & Demirkan	2003
		Kvan & Yunyan	2005
	Explore link between: learning styles, performance evaluation and age	Tezel & Casakin	2010
	Explore link between : learning styles performance assessment and gender	Tucker	2009
The Felder Soloman Learning Styles Index ILS	Explore link between : learning styles performance assessment and gender	Demirbas & Demirkan	2007
	Identify learning styles and compare students	Labib et al	2019
	Finding the link between learning styles and performance assessment	Demirkan	2016
	Finding the link between: learning styles performance assessment and gender	Fulani et al	2016
		Demirkan & Demirbas,	2010
Combine learning styles and spatial ability of students	Mostafa & Mostafa	2010	

Tableau 2: Second summary table of architectural research that uses learning style measurement instruments (KLSI and ILS)

Author and year	Methodology		Data analysis	Results
	Sample	Instrument		
Demirkan & Demirbas, 2008	286 freshmen students (interior design)	KLSI	Descriptive statistics	Freshmen design students have balanced learning styles
Tucker, 2007	104 freshmen and 48 third-year students (architecture)	KLSI	Descriptive statistics and Inferential statistics	A statistically significant relationship between learning styles and grade. Learning style changes as students progress through their studies
Tucker, 2008	152 undergraduate students and 26 teachers (architecture)	KLSI	Descriptive statistics	Changes from student learning styles to teacher learning styles as they progress through their studies
Carmel-Gilfilen, 2012	139 students at several levels (architecture)	The Perry scheme and KLSI	Descriptive statistics and Inferential statistics	The presence of all learning styles with a preference for divergent and accommodating learning. No association between learning style and thinking development. An insight into how design students approach thinking and learning
Newland, et al, 1987	45 architects	KLSI and ICLI	-Descriptive statistics	A four-pronged strategy for information transfer will lead to more successful communication with architects
Nussbaumer, 2000	578 students at several levels (interior design)	KLSI, and Isham's Visualization Skills Test	Descriptive statistics and Inferential statistics	Link between learning styles and visualization skills
Demirbas & Demirkan, 2003	88 freshmen students (architecture)	KLSI	Descriptive statistics and Inferential statistics	Statistically significant differences between the performance of students with different learning styles at different stages of the design process

Kvan & Yunyan, 2005	91 undergraduate students (architecture)	KLSI	Descriptive statistics and Inferential statistics	A statistically significant correlation is found between learning styles and performance
Tezel & Casakin, 2010	90 students (interior design)	KLSI	Descriptive statistics and Inferential statistics	Consideration of individual differences between students and the implementation of experiential learning theory, can contribute to the improvement of individual skills and abilities in different design situations
Tucker, 2009	104 freshmen and 48 third-year students (architecture)	KLSI	Descriptive statistics and Inferential statistics	Changes in learning styles during studies. These changes reflect a statistically significant relationship between learning styles and academic performance in design work.
Demirbas & Demirkan, 2007	freshmen students (architecture)	KLSI	Descriptive statistics and Inferential statistics	Learning style preferences significantly did not depend on gender. Men's performance scores are higher in technology-based courses, while women's scores are higher in arts and foundation courses and in semester academic performance scores.
Labib et al, 2019	92 freshmen (architecture and interior design)	ILS	Descriptive statistics	There is no significant difference in learning styles between architecture and interior design students
Demirkan, 2016	118 freshmen and 100 fourth-year students (interior design)	ILS	Descriptive statistics	Identifying and positioning the elements of a particular learning style leads to better planning of teaching methods and better selection of relevant content and sources in design workshops.
Fulani et al, 2016	50 freshmen students (architecture)	ILS	Descriptive statistics and Inferential statistics	Freshmen students, regardless of gender, were well balanced in their learning styles across the different scales. Performance scores varied by learning styles only on the active/reflective subscale and by gender to the advantage of women.
Demirkan & Demirbas, 2010)	100 fourth-year students (interior design)	ILS	Descriptive statistics	A fairly balanced learning style preference across all scales, with a moderate to strong preference on the visual scale and a weak preference on the global scale. Learning styles and gender are independent for design students at all scales. The active/reflective scale is the most dominant scale in design education

Mostafa & Mostafa, 2010	70 undergraduate students (architecture and other specialties)	ILS and Newton and Bristol's Spatial Aptitude Test	Descriptive statistics	Architecture students exhibit higher spatial abilities and generally learn more visually and actively than the average student. A higher correlation between strong spatial ability and visual learning, to a high degree, and strong spatial ability and active learning to a lesser degree.
-------------------------	--	--	------------------------	---

3.2. Synthesis of summary tables

Analysis of the papers using matrices of common themes and results suggested that analysis of the literature review can best be discussed within the contexts of four groups: (1) objectives of use measuring learning styles instruments (KLSI and ILS), (2) sampling categories, (3) type of data analysis; and (4) category's result.

3.2.1. Objectives of use measuring learning styles instruments (KLSI and ILS)

From these two summary tables presented previously, four groups of research using instruments for measuring learning styles (KLSI and ILS) can be identified. Through this grouping, we have tried to bring together researches that have common methodology and one objective or more. These four groups are: (1) identifying learning styles, (2) comparing the learning styles of two groups, (3) link the learning styles to one parameter; and (4) link the learning styles to two parameters.

- **Identifying learning styles :**

According to the findings, as seen in Figure 1, 87,5% of researchers have attempted to identify the learning styles of architecture or interior design students, and 12,5% have identified the learning styles of practicing architects or teachers of architecture. This reveals a great interest in identifying the learning styles of students in the learning process.

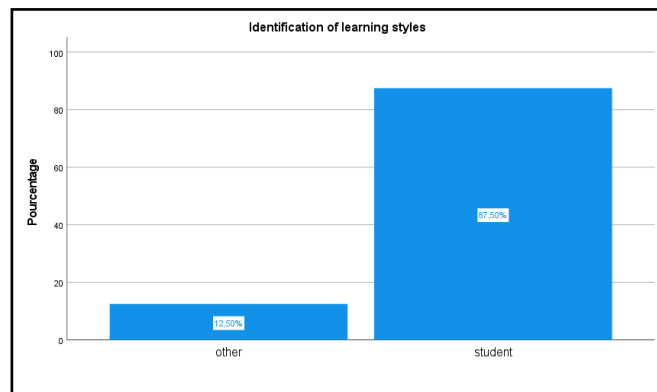


Figure 1: Identification of learning styles

- **Comparing the learning styles of two groups:**

As seen in Figure 2, according to the findings of analysis, only 31.25% of the researchers compared the learning styles of two groups, 68.75% were not in this comparative perspective. Here, we can say that comparing groups is not a priority for all researchers.

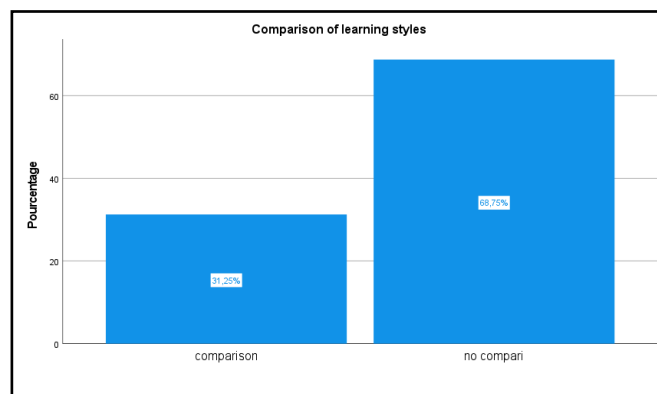


Figure 2: Comparison of learning styles

- **Link the learning styles to one parameter:**

According to the findings of the analysis of literature review, as seen in Figure 3, 50% of the researchers have chosen to link the learning styles of the students and another parameter (skills of visualization, performance,...), based on the objectives of their researches.

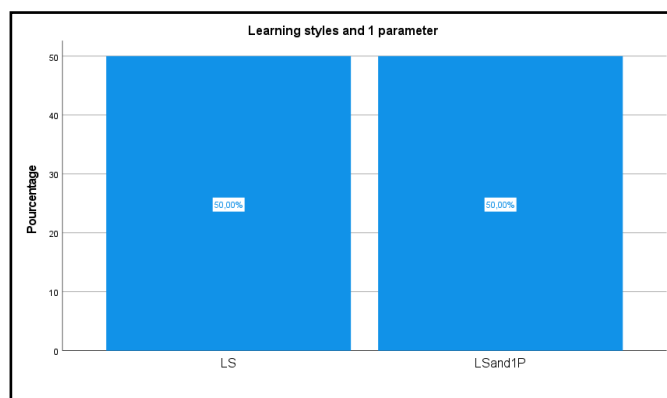


Figure 3: Link the learning styles to one parameter

- **Link the learning styles to two parameters:**

As can be seen in Figure 4, 25% of the study sample focus on the link between learning styles and two other parameters, such as performance evaluation and age or performance evaluation and gender

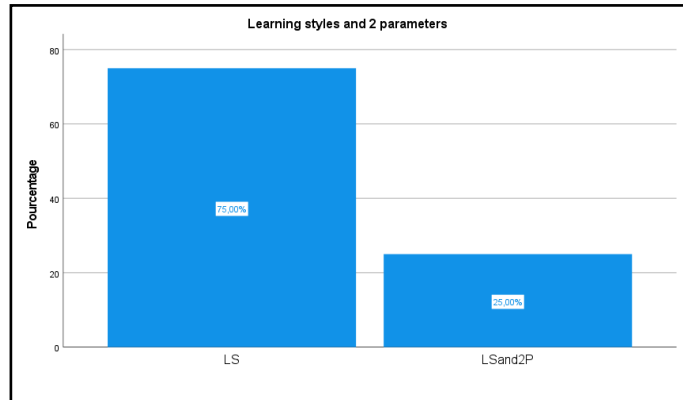


Figure 4: Link the learning styles to two parameters

3.2.2. Sampling categories

The two summary tables presented above also allowed us to identify similarities and differences in the researchers' samples. In fact, we were able to identify 5 types of samples in all researches, which are: freshmen students, undergraduate students (1st, 2nd and 3rd years), students from several levels combined, students from fourth year, and others (teacher and architects). Reading Figure 5 indicates that the choice of researchers concerning their samples goes to undergraduate students with a percentage that is close to 60% (29.41% of first-year students, and 29.41% of students in 1st, 2nd and 3rd years), while the choices of second cycle students represent only 5.88%.

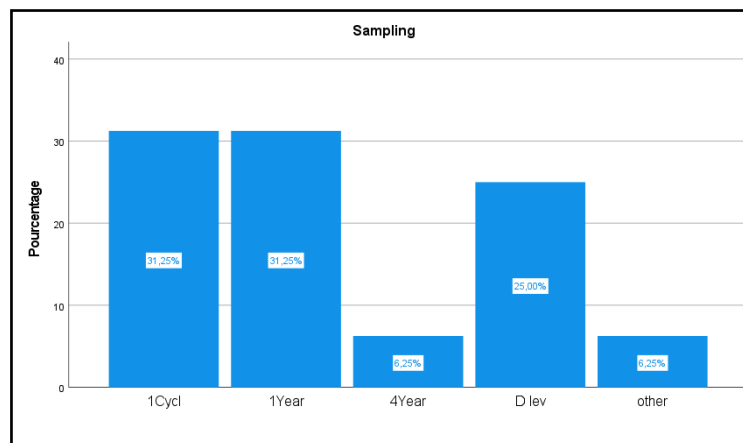


Figure 5: Sampling in the literature review

3.2.3. Type of data analysis

Two types of statistical analysis were used in the research for this literature review: descriptive analyzes and inferential analyzes (Figure 6). 43.75% of the researchers used descriptive analyzes of the data, using the tools available to the researcher to carry out this type of analysis, and which are divided into three main categories: measures of central tendency (mode, median, mean,...), dispersion and position measurements (standard deviation, variance, range, minimum, maximum,...), as well as frequency analyzes (absolute frequency, relative frequency). 56.25% of the researchers did not stop at the descriptive analyzes level, they also carried out inferential analyzes of the data, and mainly the t-tests (to determine the difference between the means of two populations, and this, in relation to a

predetermined variable), and analyzes of variance ANOVA (to examine a quantitative variable to be explained in terms of the effects of one or more nominal variables, that is, in terms of categories).

The choice of analysis type depends on researcher's objectives, since descriptive analyzes essentially aims to describe the characteristics of a sample and answer research questions (Fortin & Gagnon, 2015), and inferential analyzes tend to generalize the results obtained from a sample to the entire population from which it was drawn (Amyotte & Côté, 2017).

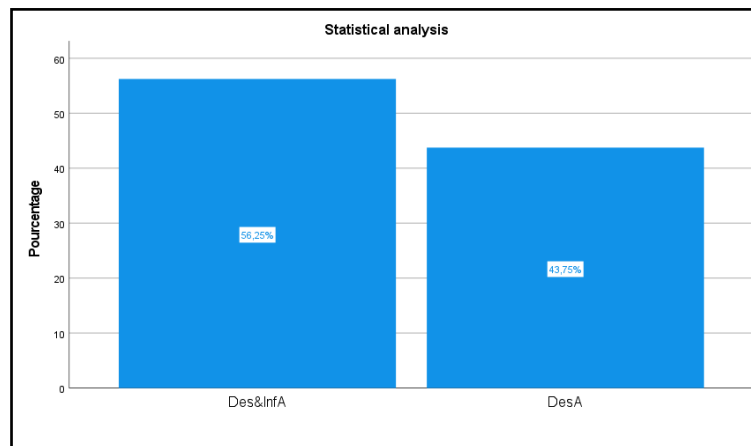


Figure 6: Type of data analysis in the literature review

3.2.4. Category's result

To conclude this synthesis, by gathering similarities found in the results, we highlighted the following three points: (1) the importance of knowing the learning styles, (2) the learning styles of architecture and interior design students and the pedagogical approaches adopted; and (3) the role of the teacher in changing student learning styles.

- **The importance of knowing learning styles**

All of the researchers in this literature review agree on the importance of identifying students' learning styles. They confirmed that identifying and positioning the elements of a particular learning style leads to better planning of teaching methods and better choice of relevant content and sources in design studio. This finding is also confirmed by Ldpride, 2012; Khurshid & Mahmood, 2012; Abidin et al, 2011; and Christou & Dinoy, 2010, who insist on the advantages of identifying learning styles for teachers and students.

- **The learning styles of architecture and interior design students and the pedagogical approaches adopted**

This literature review demonstrated that architecture and interior design students have balanced learning styles, and students who have different learning styles at different stages of the design process perform better.

This leads us to ask questions about the modes of learning that are offered in the teaching of architecture. Kolb (1984) has also mentioned this point. According to him, different modes of learning are found within professions which are multidisciplinary and require various skills. This is the case for architecture, which is a multidisciplinary field. Architects need a variety of thinking skills from artistic (right-brained, creative), to engineering (left-brained, analytical). The same for Nussbaumer (2001), who argues that architecture and interior design are among the professions that are multidisciplinary and require varied skills. According to her, architects and interior designers must use left-brain abstract thinking and right-brain concrete thinking. They must have imaginative capacity, analytical skills, decision-making skills, and management and business skills.

Therefore, since all learning styles have been found in architecture and interior design students and students should have a variety of skills, teaching should accommodate all learning styles. The implementation of certain learning theories, such as the theory of experiential learning which takes into account individual differences between students, can contribute to the improvement of individual skills and abilities in different situations in architectural education, and more specifically in design education (Demirbas & Demirkan, 2003; 2007).

- **The role of the teacher in changing student learning styles**

The literature review confirms the presence of an evolution in the learning styles of students throughout their studies. This development is strongly influenced by the learning styles of teachers. These changes reflect a statistically significant relationship between learning styles and academic performance in design work. It is assumed that learners perform better if their learning styles fit with their teachers (Hawkar Akram Awla, 2014). This approach is called “learning hypothesis” or, in its recent version, “mesh hypothesis” or “matching hypothesis” (Pashler et al, 2009), in contrary, a mismatch can leave negative impacts on learners. The learning hypothesis have been supported by several studies, the studies that showed that matching learning and teaching styles positively influenced student achievement, and related students showed a positive attitude and performed better when their teachers were responsive to their needs and preferences (Sternberg et al 1999, Peacock 2001, Naimie et al 2010, and Tuan, 2011).

4. Conclusion

The aim of this study was to examines the literature on the learning styles of architecture and interior design students in order to investigate the application of learning style theories in architecture and interior design, explore what may be related to learning styles, and explore the possibility of developing the teaching of architecture by helping teachers select the right teaching techniques. The results from the systematic review of recent literature demonstrated the importance of identifying students' learning styles, and confirm that identifying and positioning the elements of a particular learning style leads to better planning of teaching methods. Results also highlighted the link between learning styles of architecture and interior design students and the pedagogical approaches adopted, and the role of the teacher in changing student learning styles as well.

This paper reports the findings for the analysis of literature revue, which will be followed, in the future, by a longitudinal study which seeks to investigate the relationship between the learning styles of students of architecture in Algeria and their academic performance.

References

- [1] Abidin, M.J.Z. Rezaee, A.A. Abdullah, H.N. Singh, K.K.B. (2011). Learning styles and overall academic achievement in a specific educational system, *Int. J. Humanit. Soc. Sci.* 1 (10) (2011) 143–152.
- [2] Amyotte, L. et Côté, C. (2017). *Complément de méthodes quantitatives. Applications à la recherche en sciences humaines* (2e éd.). Montréal, QC : ERPI
- [3] Carmel-Gilfilen, C. (2012). Uncovering pathways of design thinking and learning: inquiry on intellectual development and learning style preferences. *Journal of Interior Design*, 37(3), 47e66.
- [4] Cassidy, S. (2004). Learning Styles: An overview of theory, models, and measures. *Educational Psychology*, 24(4), 419–444.
- [5] Chen, C.J.; Toh, S.C.; Ismail, W.M.F.W.(2005). Are learning styles relevant to virtual reality? *J. Res. Tech. Educ.* 2005, 28, 123–141.
- [6] Christou, N, Dinov, I.D. (2010). A study of students' learning styles, discipline attitudes and knowledge acquisition in technology- enhanced probability and statistics education, *MERLOT J.*

Online Learn. Teach. 6 (3) (2010) 546–572.

- [7] Claxton, C., & Murrell, P. (1987). learning styles: Implications for improving educational practices. Washington, DC: Clearinghouse on Higher Education, The George Washington University
- [8] Coffield, F., Moseley, D., Hall, E., & Ecclestone, K. (2004). Should we be using learning styles? What research has to say to practice. London: Learning and Skills Research Centre.
- [9] Demirbas O O, Demirkan H. (2003). Focus on architectural design process through learning styles. *Design Studies* 24 (2003) 437–456. 2003 Elsevier Science Ltd.
- [10] Demirbas O O, Demirkan H (2007). Learning styles of design students and the relationship of academic performance and gender in design education. *Learning and Instruction* 17 (2007) 345-359. Elsevier Ltd.
- [11] Demirkan, H., & Demirbas, O. O. (2008). Focus on the learning styles of freshman design students. *Design Studies*, 29(3), 254e266.
- [12] Demirkan, H.& Demirbas, O. O.(2010) The effects of learning styles and gender on the academic performance of interior architecture students *Procedia Social and Behavioral Sciences* 2 pp 1390–1394
- [13] Demirkan H. (2016). An inquiry into the learning-style and knowledge-building preferences of interior architecture students. *Design Studies* 44 (2016) 28e51. 016 Elsevier Ltd
- [14] Dunn, R. & Dunn, K. (1992). Teaching elementary students through their individual learning styles. Boston: Allyn & Bacon.
- [15] Dunn, R. & Dunn, K. (1993). Teaching secondary students through their individual learning styles: Practical approach for grades 7-12. Boston: Allyn and Bacon.
- [16] Felder, R. M., & Silverman, L. K. (1988). Learning styles and teaching styles in engineering education. *International Journal of Engineering Education*, Ontario, 78(7), 674–681.
- [17] Felder, R. M., & Soloman, B. A. (1991). Index of learning styles questionnaire. North Carolina State University, 1991. Disponívelem <http://www4.ncsu.edu/unity/locke%20rs/users/f/felder/public/ILSdir/styles.htm>
- [18] Felder, R. M.(1993). Reaching the second tier: Learning and teaching styles in college science education, *J. Coll. Sci. Teaching*, 23(5), 1993, pp. 286±290.
- [19] Felder M R et Brent R (2005). Understanding Student Differences. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 57-72 (2005)
- [20] Fortin, M.-F. et Gagnon, J. (2015). Fondements et étapes du processus de recherche. Méthodes quantitatives et qualitatives (3e éd.). Montréal, QC : Chenelière Éducation.
- [21] Fulani O et al. (2016). Gender, learning styles and performance of 1st year architecture students: first stage of a longitudinal study. In: EDULEARN16 Conference, 4th-6th July 2016, Barcelona, Spain.
- [22] Hawkar Akram Awla. (2014). Learning Styles and Their Relation to Teaching Styles. *International Journal of Language and Linguistics*. Vol. 2, No. 3, 2014, pp. 241-245. doi: 10.11648/j.ijll.20140203.23
- [23] Khan KS, Kunz R, Kleijnen J, Antes G. 2003. Five steps to conducting a systematic review. *J Royal Soc Med*. 96:118–121.
- [24] Khurshid,F, Mahmood, N. (2012). Learning styles of natural sciences, social sciences and humanities students at graduate level, *Interdiscip. J. Contemp. Res. Bus.* 3 (9) 672–678.
- [25] Kolb, D. (1984). *Experiential learning*. New Jersey: Prentice Hall Inc.
- [26] Kolb, D. A. (1985). *learning style inventory*. Boston: McBer.
- [27] Kolb, D. A., & Kolb, A. Y. (2013). *The Kolb learning style inventory - version 4.0. A comprehensive guide to the theory, psychometrics, research on validity and educational applications.* Kolb, B., & Whishaw, I. Q. (1998). Brain plasticity and behavior. *Annual Review of*

Psychology, 49(1), 43–64.

- [28] Kvan Tet Yunyan J (2005). students' learning styles and their correlation with performance in architectural design studio. *Design Studies* 26, 2005, 19-34. Elsevier Ltd
- [29] Labib W et al (2019). Learning style preferences of architecture and interior design students in Saudi Arabia: A survey. *MethodsX* 6 (2019) 961–967.
- [30] LdPride.(n.d.),What are learning styles? Retrieved on March, 29, 2012 from <http://www.ldpride.net/learningstyles.MI.htm>.
- [31] Mills, J., Ayre, M., Hands, D. & Carden, P. (2005). "Learning about learning styles: can it improve engineering education?", *MountainRise*, Vol. 2, No. 1, pp. 145-182.
- [32] Mortimore, T. (2003) *Dyslexia and Learning Style. A Practitioner's Handbook*. London: Whurr Publishers Ltd.
- [33] Mostafa, M., & Mostafa, H. (2010). How do architects think? Learning styles and architectural education. *International Journal of Architectural Research*, 4(2e3), 310e317.
- [34] Naimie, Z., Siraj, S., Piaw, C. Y., Shagholi, R., & Abuzaid, R. A. (2010). Do you think your match is made in heaven? Teaching styles/learning styles match and mismatch revisited. *Procedia Social Behavioral Sciences*, 2, 349–353.
- [35] Newland, P., Powell, J., & Creed, C. (1987). Understanding architectural designers' selective information handling. *Design Studies*, 8(1), 1e17.
- [36] Nussbaumer L (2000). The Relationship Between Learning Styles and Visualization Skills Among Interior Design Students. *Interior Design Educators Council, Journal of Interior Design* 26(1), 1-15
- [37] Nussbaumer, L. L. (2001). Theoretical framework for instruction that accommodates all learning styles. *Journal of Interior Design*, 27(2), 35-45.
- [38] Pashler, H., McDaniel, M., Rohrer, D., & Bjork, R. (2009) Learning styles: Concepts and evidence. *Psychological Science in the Public Interest*, 9(3), 105-119.
- [39] Peacock, M. (2001) Match or mismatch? Learning styles and teaching styles in EFL. *International Journal of Applied Linguistics*, 11(1), 1-20.
- [40] Sternberg, R.J., Grigorenko, E.L., Ferrari, M., & Clinkenbeard, P.(1999) A triarchic analysis of an aptitude– treatment interaction. *European Journal of Psychological Assessment*, 15, 1–11.
- [41] Tezel, E et Casakin H (2010). LEARNING STYLES AND STUDENTS' PERFORMANCE IN DESIGN PROBLEM SOLVING. *Archnet-IJAR, International Journal of Architectural Research - Volume 4 - Issues 2-3 - July and November 2010*
- [42] Tuan, L. T. (2011). Matching and stretching learners' learning styles. *Journal of Language Teaching and Research*, 2(2), 285–294.
- [43] Tucker, R. (2007). Southern drift: the learning styles of first-and third-year students of the built environment. *Architectural Science Review*, 50(3), 246e255.
- [44] Tucker, R. (2008) Learning Style Drift: Correlation between Built Environment Students' Learning Styles and the Learning Styles of their Teachers, *Journal for Education in the Built Environment*, 3:1, 68-79
- [45] Tucker, R. (2009) Getting old and heading south: the academic success of Southerner learners in design cohorts, *Higher Education Research & Development*, 28:2, 195-207.