

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République algérienne démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche scientifique

Université Abderrahmane MIRA- Bejaia

Faculté de Technologie

Département d'Architecture



جامعة عبد الرحمن ميرة - بجاية

كلية التكنولوجيا

قسم الهندسة المعمارية



Thème :

Adaptabilité architecturale et ambiantale des établissements éducatifs aux besoins des enfants : Cas de la crèche autonome Les Leaders et de la crèche résidentielle Mes Belles Journées

Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Master II en Architecture

« Spécialité : Architecture »

« Coloration : Environment et Technologie »

Préparé par :

SIMOUSSA Katia

Encadré par

Dr. SARAOUI Selma

Mr. Serikma Mourad	MAA	Département architecture de Bejaia	Président de jury
Dr. Saraoui Selma	MCA	Département architecture de Bejaia	Rapporteur
Dr. Talantikite Soundouss	MCB	Département architecture de Bejaia	Examinateur
Dr. Kezzar Md.Akkli	MCA	Département architecture de Bejaia	Examinateur (BMC)
Mr. Ait Ouaret Mahfoud	Architecte	Gérant du Bureau d'étude Urbania	Invité

**Populaire et Démocratique Algérienne République**  
**وزارة التعليم العالي و البحث العلمي**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**



**Déclaration sur l'honneur**  
**Engagement pour respecter les règles d'authenticité scientifique**  
**dans l'élaboration d'un travail de recherche**

*Arrêté ministériel n° 1082 du 27 décembre 2020 fixant les règles relatives à la prévention et la lutte contre le plagiat*

Je soussigné,

Nom : SIMOUSSA

Prénom : Katia

Matricule : 202033002094

Spécialité et/ou Option : Architecture

Département : Architecture

Faculté : Technologie

Année universitaire : 2024/2025

et chargé de préparer un mémoire de (*Licence, Master, Autres à préciser*) : Master

Intitulé : Adaptabilité architecturale et ambiantale des établissements éducatifs aux besoins des enfants : Cas de la crèche autonome Les Leaders et de la crèche résidentielle Mes Belles Journées

déclare sur l'honneur, m'engager à respecter les règles scientifiques, méthodologiques, et les normes de déontologie professionnelle et de l'authenticité académique requises dans l'élaboration du projet de fin de cycle cité ci-dessus.

Fait à Béjaïa le  
**10/07/2025**

Signature de l'intéressé  
*Lu et approuvé*

## *Dédicace*

*À mes chers parents,*

*Pilier de mon existence, source intarissable de force et d'amour.*

*Votre patience, vos sacrifices silencieux et votre foi en moi*

*Ont illuminé chaque pas de ce parcours.*

*À la mémoire de mon grand-père,*

*Dont la sagesse continue d'éclairer mon chemin.*

*À mes deux grands-mères,*

*Présences douces et bienveillantes,*

*Gardiennes silencieuses de mon équilibre.*

*À mon petit frère et à mes sœurs,*

*Sources de joie, de courage et de complicité.*

*À vous tous, ce travail est dédié.*

*Comme un modeste fruit d'un long chemin*

*Où vos présences, visibles ou invisibles,*

*Ont été lumière, repère et inspiration*

## *Remerciement*

*Ce mémoire marque l'aboutissement d'un long chemin, fait de doutes, d'efforts et d'apprentissages. Il n'aurait jamais vu le jour sans le soutien constant, la présence bienveillante et la foi de plusieurs personnes que je tiens ici à remercier de tout cœur.*

*Avant tout, je remercie Dieu, source de toute force, de toute clarté et de toute patience. C'est par Sa grâce que j'ai pu traverser les étapes de ce travail avec persévérance.*

*Ma profonde gratitude va à Madame Saraoui Selma, mon encadrante, dont la bienveillance, la rigueur et la générosité intellectuelle ont profondément marqué ce travail. Merci pour votre écoute, vos conseils éclairés, et pour avoir cru en moi à chaque étape.*

*Je remercie du fond du cœur mes parents, pour leur amour infini, leur soutien sans faille, et leur présence silencieuse mais toujours ressentie. Vos sacrifices, votre confiance et vos prières m'ont portée bien plus que vous ne pouvez l'imaginer.*

*À mon petit frère et mes sœurs, merci pour vos encouragements simples mais sincères, vos mots réconfortants, vos sourires qui allègent les journées les plus lourdes. Vous avez été mon équilibre.*

*Enfin, je tiens à remercier, avec toute ma sincérité, toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire. Qu'il s'agisse d'un mot d'encouragement, d'une aide ponctuelle ou d'un simple geste de soutien, chaque contribution a compté, et je vous en suis profondément reconnaissante.*

## Résumé :

La conception architecturale est un processus par lequel l'architecte, à partir de diverses données, cherche à traduire les besoins spécifiques d'un public en un projet spatial cohérent et porteur de sens. Toutefois, lorsqu'il s'agit d'un établissement de la petite enfance, cette démarche devient plus exigeante, car elle concerne un public particulièrement sensible, en pleine phase de développement sensoriel, émotionnel et cognitif. Les espaces dans lesquels évoluent les jeunes enfants participent activement à leur bien-être et influencent leur comportement, leurs interactions et leur équilibre intérieur. C'est dans cette optique que s'inscrit notre travail de recherche, qui vise à analyser l'adaptabilité architecturale et ambialement des établissements éducatifs aux besoins des enfants.

Notre étude s'appuie sur une comparaison entre deux typologies d'équipements éducatifs observés dans la wilaya de Bejaïa : une crèche autonome implantée dans un bâtiment indépendant conçu pour la petite enfance, et une crèche intégrée à un ensemble d'habitat collectif, soumise à des contraintes structurelles et environnementales spécifiques. Afin d'atteindre nos objectifs, nous avons structuré ce mémoire en deux parties complémentaires. La partie théorique établit les fondements conceptuels liés à l'architecture ambialement sensorielle, à l'adaptabilité spatiale et aux besoins fondamentaux des jeunes enfants. La partie pratique repose sur une approche croisée : d'une part, une analyse quantitative à travers des simulations numériques à l'aide des logiciels dialux evo et ecotect analysis évaluant les conditions de lumière naturelle, d'acoustique et de ventilation ; d'autre part, une étude qualitative in situ, comprenant des observations, des relevés d'ambiance et une analyse des usages réels.

Grâce à ce protocole méthodologique rigoureux, nous avons pu démontrer que l'adaptabilité architecturale et ambialement des espaces éducatifs jouent un rôle décisif dans la qualité d'accueil, la disponibilité émotionnelle, la concentration et le bien-être sensoriel des enfants. Un éclairage naturel équilibré, un bon confort acoustique et une ventilation adaptée contribuent à créer un environnement plus apaisant, stimulant et favorable à l'exploration et à l'autonomie.

## Mots-clés :

*Adaptabilité architecturale, Adaptabilité ambialement, Etablissements éducatifs, Enfant, Lumière, Acoustique, Ventilation, Dialux evo, Ecotect Analysis*

## **Abstract :**

Architectural design is a process through which the architect, based on a variety of data, seeks to translate the specific needs of a user group into a coherent and meaningful spatial project. However, when it comes to early childhood institutions, this approach becomes more demanding, as it concerns a highly sensitive population undergoing critical phases of sensory, emotional, and cognitive development. The environments in which young children grow and interact actively contribute to their well-being and directly influence their behavior, interactions, and internal balance. It is within this perspective that our research is situated, aiming to analyze the architectural and ambient adaptability of educational spaces designed for young children.

Our study is based on a comparative analysis of two types of early childhood facilities located in the wilaya of Bejaia : an autonomous nursery established in a standalone building specifically designed for early childhood, and a nursery integrated into a collective housing complex, subject to structural and environmental constraints. To achieve our objectives, the thesis is structured in two complementary parts. The theoretical section outlines the conceptual foundations of ambient sensory architecture, spatial adaptability, and the developmental needs of young children. The practical section adopts a dual approach : a quantitative analysis based on digital simulations assessing natural lighting, acoustic conditions, and ventilation ; and a qualitative in situ study, including observations, ambient measurements, and analysis of real life usage.

Thanks to this rigorous methodological framework, we were able to demonstrate that architectural and ambient adaptability plays a decisive role in the quality of reception, emotional availability, attention levels, and sensory well-being of children. Balanced natural lighting, good acoustic comfort, and appropriate ventilation help create environments that are more soothing, stimulating, and conducive to exploration and autonomy.

## **Keywords :**

*Architectural adaptability, Ambient adaptability, Educational establishments, Child, Light, Acoustics, Ventilation, Dilaux evo, Ecotect Analysis*

## **ملخص:**

التصميم المعماري هو عملية يسعى من خلالها المهندس المعماري، انطلاقاً من بيانات متعددة، إلى ترجمة الاحتياجات المحددة لجمهور معين إلى مشروع مكاني متماشٍ وذي مغزى. ومع ذلك، عندما يتعلق الأمر بمؤسسة للطفولة المبكرة، تصبح هذه العملية أكثر صعوبة، لأنها تتصل بجمهور حساس بشكل خاص، في مرحلة النمو الحسي والعاطفي والمعرفي. تساهُم المساحات التي يتتطور فيها الأطفال الصغار بشكل فعال في رفاهيتهم وتؤثر على سلوكهم وتفاعلاتهم وتوازنهم الداخلي. ومن هذا المنطلق، تأتي أبحاثنا التي تهدف إلى تحليل قابلية الأطفال للتكييف مع البيئة المعمارية والبيئية داخل المؤسسات التعليمية.

تستند دراستنا إلى مقارنة بين نوعين من المرافق التعليمية الموجودة في ولاية بجاية: حضانة مستقلة تقع في مبني مستقل مصمم للطفولة المبكرة، وحضانة مدمجة في مجمع سكني جماعي، تخضع لقيود هيكلية وبيئية محددة. من أجل تحقيق أهدافنا، قمنا بتقسيم هذه الأطروحة إلى جزأين متكاملين. يحدد الجزء النظري الأساس المفاهيمي المتعلقة بالهندسة المعمارية الحسية، والقدرة على التكيف المكاني، والاحتياجات الأساسية للأطفال الصغار. أما الجزء العملي فيستند إلى نهج متقطع: من ناحية، تحليل كمي من خلال محاكاة رقمية لتقييم ظروف الإضاءة الطبيعية والصوتيات والتهوية؛ ومن ناحية أخرى، دراسة نوعية ميدانية، تشمل الملاحظات وقياسات الأجهزة وتحليل الاستخدامات الفعلية.

بفضل هذا البروتوكول المنهجي الصارم، تمكنا من إثبات أن قابلية التكيف المعماري والبيئي للمساحات التعليمية تلعب دوراً حاسماً في جودة الاستقبال، والتوافر العاطفي، والتركيب، والرفاهية الحسية للأطفال. يساهم الإضاءة الطبيعية المتوازنة والراحة الصوتية الجيدة والتهوية المناسبة في خلق بيئة أكثر هدوءاً وتحفيزاً ومواتية للاستكشاف والاستقلالية.

## **الكلمات المفتاحية :**

القدرة على التكيف المعماري، القدرة على التكيف البيئي، المؤسسات التعليمية، الأطفال، الإضاءة، الصوت، التهوية

## Table des matières

<b>Introduction générale .....</b>	<b>1</b>
<b>Problématique .....</b>	<b>2</b>
<b>Hypothèses de recherches.....</b>	<b>3</b>
<b>Objectifs de la recherche .....</b>	<b>3</b>
<b>Méthodologie de recherche.....</b>	<b>3</b>
<b>Structure du mémoire .....</b>	<b>4</b>

### **CHAPITRE I : Les établissements éducatifs**

<b>Introduction .....</b>	<b>6</b>
<b>I.1.Définition des établissements éducatifs .....</b>	<b>6</b>
<b>I.2.Le rôle des établissements éducatifs dans la société .....</b>	<b>7</b>
I.2.1. Instruction et acquisition des savoirs.....	7
I.2.2. Socialisation et formation citoyenne.....	7
I.2.3. Intégration culturelle et professionnelle.....	7
I.2.4. Promotion de l'égalité des chances.....	8
I.2.5. Développement global de l'enfant.....	8
<b>I.3.Historique et évolution des établissements éducatifs .....</b>	<b>8</b>
I.3.1.A travers le monde .....	8
I.3.1.1. Antiquité et moyen âge : une éducation sans établissements formelles.....	9
I.3.1.2. Le XIXe siècle.....	9
I.3.1.3. XX siècle .....	11
I.3.1.4. Les années 1970/1980.....	13
I.3.1.5. De nos jours .....	14
I.3.2. Histoire éducative en Algérie .....	15
I.3.2.1. Avant 1830 .....	15
I.3.2.2. Pendant la colonisation .....	16

I.3.2.3. Après l'indépendance .....	16
I.4.Typologies des établissent éducatifs .....	17
I.4.1. Par catégories d'âges.....	17
I.4.1.1. Echelle internationale.....	17
I.4.1.2. En Algérie .....	19
I.4.2. Selon les approches pédagogiques .....	22
I.4.2.1. Les écoles traditionnelles (pédagogie classique) .....	22
I.4.2.2. Les écoles à pédagogies alternatives ou actives .....	22
I.4.2.3. Les établissements spécialisés .....	23
I.4.2.4. L'enseignement à domicile (Instruction en famille).....	23
I.4.2.5. Les établissements à pédagogie de projet.....	24
I.5.Normes architecturales des établissements éducatifs .....	25
I.5.1. Implantation .....	25
I.5.2. Flexibilité.....	25
I.5.3. Densité du plan de masse .....	25
I.5.4. Nombre de niveaux .....	25
I.5.5. Orientation .....	25
Conclusion .....	26

## **Chapitre II : l'adaptabilité architecturale et ambiantale**

Introduction .....	27
II.1. Définition de l'adaptabilité .....	27
II.2. L'adaptabilité architecturale.....	28
II.2.1. Définition .....	28
II.2.2. Origine et évolution de l'adaptabilité architecturale .....	28
II.2.3. Aspects de l'adaptabilité architecturale .....	30
II.2.4. Concepts modernes de l'adaptabilité .....	31
II.2.5. Les principaux impacts et résultats de l'Architecture Adaptable ....	33

II.2.5.1. Fonction et utilité intérieure .....	33
II.2.5.2. Environnement intérieur .....	33
II.2.5.3. Perméabilité .....	33
II.2.5.4. Effets sur les habitants .....	33
II.2.6. Les niveaux de l'Architecture Adaptable.....	33
II.2.6.1. La flexibilité.....	34
II.2.6.2. Actif .....	34
II.2.6.3. Dynamique .....	35
II.2.6.4. Interactive.....	35
II.2.6.5. Intelligent .....	36
II.2.6.6. Smart .....	36
II.2.7. Les composantes de l'Architecture Adaptable .....	36
II.2.7.1. Skin (Peau) .....	37
II.2.7.2. Les caractéristiques spatiales.....	38
II.2.7.3. Composants et Modules .....	38
II.2.7.4. Système Technique .....	40
II.3. L'adaptabilité ambiantale .....	41
II.3.1. Définition .....	41
II.3.1.1. L'ambiance .....	40
II.3.1.2. L'ambiance architecturale.....	41
II.3.1.3. Adaptabilité ambiantale .....	41
II.3.2. Les Approches de l'adaptabilité ambiantale .....	42
II.3.2.1. L'ambiance sensorielle .....	42
II.3.2.2. L'ambiance Perceptuelle .....	47
II.4. Correspondance entre les deux dans l'espace architecturale et ambiantale.....	49
Conclusion .....	51

## **Chapitre III : étude empirique et processus méthodologique des cas d'études**

Introduction .....	53
III.1. Présentation des cas d'étude .....	.53
III.1.1. Justification de choix.....	53
III.1.2. Cas 01 : Crèche Les Leaders .....	54
III.1.2.1. Présentation .....	54
III.1.2.2. Situation et accessibilité.....	54
III.1.2.3. Composition volumétrique.....	55
III.1.2.4. Façade et matériaux de construction .....	55
III.1.2.5. Configuration spatiale.....	55
III.1.3. Cas 01 : Crèche mes belles journées .....	58
III.1.3.1. Présentation .....	58
III.1.3.2. Situation et accessibilité .....	59
III.1.3.3. Composition volumétrique.....	59
III.1.3.4. Façade et matériaux de construction .....	69
III.1.3.5. Configuration spatiale .....	60
III.2. Processus méthodologique .....	.61
III.2.1. Étude quantitative .....	62
III.2.1.1. Étude Empirique .....	62
III.2.1.2. Étude Numérique .....	67
III.2.2. Étude qualitative .....	78
III.2.2.1. Étude qualitative par enquête in situ .....	78
III.3. Partie empirique .....	80
III.3.1. Présentation des résultats des mesures de luminance.....	81
III.3.1.1. Interprétation des prises de mesures de luminance.....	82
III.3.2. Présentation des résultats des mesures acoustiques .....	84
III.3.2.1. Interprétation des prises de mesures acoustique .. ....	85

Conclusion.....	87
<b>Chapitre IV : interprétation des résultats</b>	
Introduction .....	86
IV.1. Présentation des résultats des simulations .....	86
IV.1.1. Vérification de la correspondance simulation -prise de mesure pour validation du choix du logiciel Dialux Evo .....	86
IV.1.2. Présentation des résultats de la simulation avec le logiciel Dialux evo .....	87
IV.1.2.2. Interprétation des résultats des simulations cas de la crèche Les Leaders.....	87
IV.1.2.3. Interprétation des résultats des simulation cas de la crèche Mes Belles Journées .....	93
IV.1.3. Présentation des résultats de la simulation avec le Ecotect Analysis .....	97
IV.1.3.2. Interprétation des résultats des simulations acoustiques.....	97
IV.1.3.1. Interprétation des résultats des simulations de ventilation ....	107
IV.2. Présentation des résultats de l'enquête in situ .....	111
IV.2.1. Présentation des résultats de l'enquête in situ de la crèche ....	112
les leaders .....	112
IV.2.2. Présentation des résultats de l'enquête in situ de la crèche mes belles Journées.....	114
IV.3 La correspondance entre les résultats de l'étude quantitative et qualitative .....	115
IV.4. Recommandations spécifiques.....	115
IV.5. Recommandations générales .....	115
Conclusion .....	117
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>119</b>
Les limites de la recherche .....	120
Perspectives de recherche .....	120

## Bibliographie.....121

### Listes des figures

<b>Figure 1:</b> Schéma présentant la structure de mémoire de recherche. (Source : Auteur,2025) .....	5
<b>Figure 2:</b> Evolution historique des établissements éducatifs à travers le monde. (Source : Auteur, 2025).....	8
<b>Figure 3:</b> Education dans l'antiquité. (Source : <a href="https://fr.wikipedia.org">https://fr.wikipedia.org</a> ).....	9
<b>Figure 4:</b> Pupitres et tableau noir installés dans la chambre à coucher du maître d'école. (Source : L'architecture scolaire, Bulletin CIIP No 15) .....	10
<b>Figure 5:</b> Figure 5 : Classe d'enseignement mutuel selon le Père Girard.(Source : L'architecture scolaire, Bulletin CIIP No 15).....	10
<b>Figure 6:</b> Vue et plan d'une maison de commune en 1795 en Europe. (Source : Martin A, 2014) .....	10
<b>Figure 7:</b> Vue et plan d'une école style Heimatstil en 1907 (Source : Martin A, 2014). ....	11
<b>Figure 8:</b> Plan d'une école de style Queen Anne. (Source : E. R. Robson). ....	11
<b>Figure 9:</b> le centre de vie enfantine de Valency à Lausanne. (Source : <a href="https://prelaz-valency.ch/">https://prelaz-valency.ch/</a> )....	12
<b>Figure 10:</b> L'école de Tremblay à Genève (1950). (Source : <a href="https://notrehistoire.ch">https://notrehistoire.ch</a> ) .....	12
<b>Figure 11:</b> École Felsberg à Lucerne. (Source : L'architecture scolaire pavillonnaire en Suisse alémanique, dans les années 1950).....	12
<b>Figure 12:</b> Ecole plein air de Suresnes (1935). (Source : <a href="https://lle.ens-lyon.fr/dossier_focus/dossier_archi">https://lle.ens-lyon.fr/dossier_focus/dossier_archi</a> ) .....	13
<b>Figure 13:</b> : Vue et plan d'une école à Lausanne en 1971. (Source : Martin A, 2014). ....	14
<b>Figure 14:</b> Figure 14 : Vue et plan d'un collège secondaire en Europe en 1990. (Source : Martin A, 2014).....	14
<b>Figure 15 :</b> Evolution historique de l'éducation en Algérie. (Source : Auteur,2025) .....	15
<b>Figure 16:</b> Ecole arabe avant la colonisation en Algérie. (Source : <a href="https://www.vitamineedz.com">https://www.vitamineedz.com</a> )....	15
<b>Figure 17:</b> Enseignement en Algérie pendant la colonisation. (Source : <a href="https://alger-roi.fr">https://alger-roi.fr</a> ).....	16
<b>Figure 18:</b> Figure 18 : Classification internationale type de l'éducation (CITE). (Source : Auteur ,2025).....	18
<b>Figure 19:</b> Structuration du système éducatif en Algérie.(Source : <a href="https://www.education.gov.dz">https://www.education.gov.dz</a> ) ...	20
<b>Figure 20:</b> Maria Montessori.Source : <a href="https://www.montessori-idylle.ch">https://www.montessori-idylle.ch</a> .....	22
<b>Figure 21:</b> Salle de classe selon la pédagogie Célestin Freinet. (Source : <a href="http://www.clairvivre.be">http://www.clairvivre.be</a> )..	22
<b>Figure 22:</b> Apprentissage selon la pédagogie Steiner-Waldorf. (Source : <a href="https://editionsdespetitspas.com">https://editionsdespetitspas.com</a> ) .....	23
<b>Figure 23:</b> Apprentissage selon la pédagogie Forest Schools. (Source : <a href="https://www.lebonbon.fr">https://www.lebonbon.fr</a> )... ..	23
<b>Figure 24:</b> Hazelwood School. (Source : <a href="https://architizer.com">https://architizer.com</a> ) .....	24
<b>Figure 25:</b> Maison Domino du Corbusier 1914. (Source : Estaji, 2017).....	29
<b>Figure 26:</b> couches en fonction des changements du cycle de vie. (Source : Kooi Yong Kai,2022)...	30
<b>Figure 27:</b> Aspects du changement liés à la mise en œuvre de conceptions adaptables. (Source : Kooi Yong Kai,2022).....	31
<b>Figure 28:</b> Les niveau de l'adaptabilité architecturale. (Source : Auteur,2025).....	34
<b>Figure 29 :</b> la maison Naked de Shigeru Ban. (Source : <a href="https://www.modularart.ch">https://www.modularart.ch</a> ). .....	34
<b>Figure 30:</b> Sliding House de dRMM architects. (Source : <a href="https://drmmstudio.com">https://drmmstudio.com</a> ).....	35
<b>Figure 31:</b> La Sharifi-ha House à Téhéran . (Source : <a href="https://edition.cnn.com">https://edition.cnn.com</a> ).....	35
<b>Figure 32:</b> Façade interactive des Al Bahar Towers à Abou Dhabi. Source : <a href="https://www.archdaily.com">https://www.archdaily.com</a> .....	36
<b>Figure 33 :</b> Emplacements possibles des connexions horizontales entre les unités. (Source : Kooi Yong Kai,2022).....	38

<b>Figure 34:</b> Types d'unités modulaires et composants internes modulaires selon Patarach. (Source : Kooi Yong Kai,2022) .....	39
<b>Figure 35 :</b> Le système Matura d'Habraken.(Source : Kooi Yong Kai ,2022)Classe d'enseignement mutuel selon le Père Girard. ....	39
<b>Figure 36:</b> le système de poutres inversées.(Source : Kooi Yong Kai,2022). ....	40
<b>Figure 37:</b> Notion de l'ambiance architecturale. (Source:Daiche.AM, 2022) .....	41
<b>Figure 38:</b> Qualification de l'Ambiance en référence au signal physique ou bien à l'organe récepteur. (Source : A. BELAKEHAL, 2016) .....	42
<b>Figure 39 :</b> Identification des organes récepteurs à l'origine de la qualification de l'Ambiance. (Source : A. BELAKEHAL, 2016).....	43
<b>Figure 40:</b> Ambiance Lumineuse.(Source : <a href="https://www.clubic.com">https://www.clubic.com</a> ) .....	44
<b>Figure 41:</b> Ambiance acoustique.(Source : <a href="https://soundcloud.com">https://soundcloud.com</a> ).....	45
<b>Figure 42:</b> Processus de reconnaissance olfactive.(Source : <a href="https://nathalie-faggianelli.fr">https://nathalie-faggianelli.fr</a> ). ....	45
<b>Figure 43:</b> Les effets de la température sur la santé .(Source : <a href="https://www.annabac.com">https://www.annabac.com</a> ) .....	46
<b>Figure 44:</b> Le processus de perception . (Source : <a href="https://www.researchgate.net">https://www.researchgate.net</a> ).....	47
<b>Figure 45:</b> Crèche les leaders. (Auteur,2025).....	53
<b>Figure 46:</b> Situation et accessibilité crèche les leaders. (Source : Google earth /traité par : Auteur.2025).....	53
<b>Figure 47:</b> Plan de masse creche les leaders.( Source : BET Mr Atmani Nouari) .....	53
<b>Figure 48:</b> Volumétrie crèche les leaders.(Source : Auteur 2025) .....	54
<b>Figure 49:</b> Façade principale.(Source : Auteur2025) .....	54
<b>Figure 50:</b> Rez de chaussée crèche les leaders.(Source : BET Mr Atmani Nouari).....	55
<b>Figure 51:</b> Espaces intérieurs du RDC crèche les leaders.( Source: Auteur,2025) .....	55
<b>Figure 52:</b> Etage 01 crèche les leaders.(Source : BET Mr Atmani Nouari).....	56
<b>Figure 53 :</b> Espaces intérieurs etage 01 crèche les leaders. ( Source: Auteur,2025) .....	56
<b>Figure 54:</b> Etage 2 crèche les leaders.(Source : BET Mr Atmani Nouari).....	57
<b>Figure 55:</b> Espaces intérieurs Etage 02 crèche les leaders. ( Source: Auteur,2025) .....	57
<b>Figure 56:</b> Résidence la plaine.(Source : <a href="https://www.scpaxxam.com">https://www.scpaxxam.com</a> ). ....	58
<b>Figure 57:</b> Situation et accessibilité résidence la plaine.(Source: Google earth /traité par : Auteur.2025).....	58
<b>Figure 58:</b> Volumétrie résidence la plaine.( Source: Auteur,2025).....	59
<b>Figure 59:</b> Façades résidence la plaine. (Source : <a href="https://www.scpaxxam.com">https://www.scpaxxam.com</a> ).....	59
<b>Figure 60:</b> Plan de la crèche mes belles journées .(Source: Auteur,2025) .....	60
<b>Figure 61:</b> Espaces intérieurs crèche mes belles journées. (Source : Auteur, 2024). .....	60
<b>Figure 62:</b> Schéma présentant le processus méthodologique. (Source : Auteur, 2025) .....	61
<b>Figure 63:</b> La trame de mesure RDC crèche les leaders. (Source : Auteur,2025).....	62
<b>Figure 64:</b> La trame de mesure etage 01 crèche les leaders. (Source : Auteur,2025).....	63
<b>Figure 65:</b> La trame de mesure etage 02 crèche les leaders.(Source : Auteur,2025) .....	63
<b>Figure 66 :</b> Capture de l'application Lux Meter Pro.(Source : Auteur,2025).....	64
<b>Figure 67:</b> Traitement des résultats de la lumière en trame des couleurs, cas de la crèche les leaders. (Source : Auteur,2025) .....	64
<b>Figure 68:</b> Capture de l'application Sonomètre.(Source : Auteur ,2025) .....	66
<b>Figure 69:</b> : Traitement des résultats de la lumière en trame des couleurs, cas de la crèche les leaders. (Source : Auteur,2025) .....	66
<b>Figure 70 :</b> Interface de logiciel Dialux evo. (Source : Auteur, 2025).....	68
<b>Figure 71:</b> Interface de démarrage de logiciel « Dialux evo ». (Source : Auteur, 2025).....	68
<b>Figure 72 :</b> La clique sur l'importation du plan ou de IFC. (Source : Auteur, 2025).....	68
<b>Figure 73:</b> La sélection du fichier convenant. (Source : Auteur ,2025) .....	69

<b>Figure 74:</b> Le dessin de l'origine de l'axe du projet. (Source : Auteur,2025).....	69
<b>Figure 75:</b> Présentant de la première étape de simulation. (Source : Auteur,2025) .....	69
<b>Figure 76 :</b> Présentant de la deuxième étape de simulation. (Source : Auteur,2025).....	70
<b>Figure 77:</b> Présentant de la troisième étape de simulation. (Source : Auteur,2025). .....	70
<b>Figure 78:</b> Présentant de la quatrième étape de simulation. (Source : Auteur,2025). .....	70
<b>Figure 79:</b> Présentant de la cinquième étape de simulation. (Source : Auteur,2025).....	71
<b>Figure 80 :</b> Présentant de la sixième étape de simulation. (Source : Auteur,2025).....	71
<b>Figure 81:</b> Présentant de la première étape de simulation acoustique.(Source: Auteur,2025).....	72
<b>Figure 82 :</b> Présentant de la deuxième étape de simulation acoustique.(Source: Auteur,2025).....	72
<b>Figure 83:</b> Présentant de la troisième étape de simulation acoustique.(Source: Auteur,2025) .....	73
<b>Figure 84:</b> Présentant de la quatrième étape de simulation acoustique.(Source: Auteur,2025) .....	73
<b>Figure 85:</b> Présentant de la cinquième étape de simulation acoustique.(Source: Auteur,2025).....	73
<b>Figure 86 :</b> Présentant de la sixième étape de simulation acoustique.(Source: Auteur,2025).....	74
<b>Figure 87:</b> Présentant de la première étape de simulation de ventilation.(Source: Auteur,2025) .....	74
<b>Figure 88 :</b> Présentant de la deuxième étape de simulation de ventilation.(Source: Auteur,2025) .....	74
<b>Figure 89:</b> Présentant de la troisième étape de simulation de ventilation.(Source: Auteur,2025).....	75
<b>Figure 90:</b> Présentant de la quatrième étape de simulation de ventilation.(Source: Auteur,2025).....	75
<b>Figure 91:</b> Présentant de la cinquième étape de simulation de ventilation.(Source: Auteur,2025).....	75
<b>Figure 92 :</b> Présentant de la sixième étape de simulation de ventilation.(Source: Auteur,2025) .....	76
<b>Figure 93:</b> Présentant de la septième étape de simulation de ventilation.(Source: Auteur,2025) .....	76
<b>Figure 94:</b> Présentant de la huitième étape de simulation de ventilation. (Source : Auteur,2025).....	77
<b>Figure 95:</b> Présentant de la neuvième étape de simulation de ventilation. (Source : Auteur,2025).....	77

## Liste des tableaux :

<b>Tableau 1:</b> Type des établissements éducatives selon les approches pédagogiques.( Source : Auteur.2025).....	24
<b>Tableau 2:</b> Les concepts modernes de l'adaptabilité architecturale.(Source : Kooi Yong Kai,2022)..	32
<b>Tableau 3 :</b> Les couches défini selon Brand et leurs durées de vie . (Source : Kooi Yong Kai,2022).	37
<b>Tableau 4 :</b> Les composantes de l'architecture adaptable. (Source : Source : Kooi Yong Kai,2022) .	37
<b>Tableau 5 :</b> Correspondance entre les deux dans l'espace architecturale et ambiantale.....	50
<b>Tableau 6:</b> Conditions de prises de mesures. (Source : Auteur, 2025) .....	63
<b>Tableau 7:</b> conditions de prises de mesures acoustiques. (Source : Auteur, 2025) .....	66
<b>Tableau 8:</b> Présentant des conditions de simulation. (Source : Auteur, 2025).....	72
<b>Tableau 9 :</b> des résultats des mesures de luminance, cas de la crèche les leaders. (Source : Auteur, 2024).....	81
<b>Tableau 10 :</b> des résultats des mesures de acoustique, cas de la crèche les leaders. (Source : Auteur, 2024).....	84
<b>Tableau 11 :</b> des résultats des simulation Dialux de luminance 21 décembre 2024 , cas de la crèche les leaders. (Source : Auteur, 2024).....	89
<b>Tableau 12 :</b> des résultats des simulation Dialux de luminance 21 juin 2025 , cas de la crèche les leaders. (Source : Auteur, 2024).....	92
<b>Tableau 13 :</b> des résultats des simulation Dialux de luminance 21 décembre 2024 , cas de la crèche mes belles journées (Source : Auteur, 2024).....	94
<b>Tableau 14 :</b> des résultats des simulation Dialux de luminance 21 décembre 2024 , cas de la crèche mes belles journées (Source : Auteur, 2024).....	96
<b>Tableau 15:</b> des résultats des simulation acoustique ecotect RDC , cas de la crèche les leaders (Source : Auteur, 2024) .....	99
<b>Tableau 16 :</b> des résultats des simulation acoustique ecotect etage 01 , cas de la crèche les leaders (Source : Auteur, 2024) .....	101
<b>Tableau 17 :</b> des résultats des simulation acoustique ecotect etage 02 , cas de la crèche les leaders (Source : Auteur, 2024) .....	103
<b>Tableau 18 :</b> des résultats des simulation acoustique ecotect, cas de la crèche mes belles journées(Source : Auteur, 2024).....	106
<b>Tableau 19 :</b> des résultats des simulation des vents d'hiver avec ecotect, cas de la crèche les leaders (Source : Auteur, 2024) .....	108
<b>Tableau 20 :</b> des résultats des simulation des vents d'été avec ecotect, cas de la crèche les leaders (Source : Auteur, 2024) .....	109
<b>Tableau 21 :</b> des résultats des simulation des vents d'hiver et d'été avec ecotect, cas de la crèche mes belles journées . (Source : Auteur, 2024) .....	110
<b>Tableau 22 :</b> Enquête in situ crèche les leaders.....	112
<b>Tableau 23:</b> Enquête in situ crèche mes belles journées .....	114

# **CHAPITRE INTRODUCTIF**

## **Introduction générale**

L'enfance constitue une phase déterminante du parcours de vie d'un individu, marquée par des transformations rapides et profondes tant sur les plans physique, cognitif, émotionnel que social. Durant cette période particulièrement sensible, les enfants sont extrêmement réceptifs aux stimulations provenant de leur environnement immédiat, lequel joue un rôle fondamental dans leur développement global. Ils apprennent essentiellement par l'exploration, l'expérimentation et l'interaction : ils touchent, écoutent, observent, se déplacent, testent les limites de leur corps et de leur imagination. À travers ces expériences quotidiennes, ils construisent leurs repères, structurent leur pensée, développent leur motricité et forgent les premiers éléments de leur identité personnelle et sociale.

Les théories du développement de l'enfant, notamment celles de Jean Piaget (1972) et de Lev Vygotsky (1978), mettent en lumière le lien indissociable entre environnement, apprentissage et maturation cognitive. Selon ces approches, l'espace dans lequel évolue l'enfant ne doit pas seulement être fonctionnel ou sécurisé, mais doit également devenir un vecteur d'apprentissage, un support à la créativité, à l'autonomie et à la socialisation. L'environnement physique influence ainsi directement la manière dont l'enfant interagit avec autrui, perçoit le monde et se développe en tant qu'individu. Il ne s'agit donc pas seulement d'un cadre neutre, mais d'un véritable acteur du processus éducatif.

Dans cette optique, le développement harmonieux de l'enfant ne saurait être envisagé sans une réflexion profonde sur la qualité de son cadre de vie. C'est pourquoi l'architecture en tant que discipline qui façonne les espaces habités joue un rôle fondamental dans la structuration des environnements d'apprentissage, en particulier au sein des établissements éducatifs. Ces derniers sont bien plus que de simples lieux d'accueil : ils deviennent des espaces de vie, de découverte et de cohabitation, où se nouent les premières relations sociales, où se développent les premières formes d'autonomie, et où se déploient les prémisses de la pensée critique et créative.

Dans ce contexte, l'adaptabilité architecturale et ambiantale des établissements éducatifs se révèle essentielle. Elle ne se limite pas à la capacité d'un bâtiment à évoluer dans le temps : elle incarne une réponse proactive aux besoins changeants des enfants, à leurs rythmes biologiques, à leurs capacités sensorielles et à leurs interactions sociales. L'adaptabilité architecturale comprend notamment la flexibilité des aménagements intérieurs, la possibilité de moduler les espaces selon les activités, ou encore l'intégration de mobiliers évolutifs. Quant à l'adaptabilité ambiantale, elle se traduit par la qualité des ambiances intérieures, en particulier la lumière naturelle, le confort acoustique et la ventilation, éléments qui influencent directement le bien-être, la concentration et la santé des enfants.

Dans ce travail de recherche, nous nous focaliserons spécifiquement sur les établissements éducatifs de la petite enfance, une période critique où les besoins en termes d'environnement sont d'autant plus déterminants. Plus précisément, nous étudierons deux typologies distinctes : une crèche autonome, pensée comme une entité architecturale indépendante, et une crèche intégrée dans un habitat collectif, insérée dans un tissu résidentiel existant. À travers une approche croisée, mêlant une étude qualitative et une étude quantitative, nous établirons une analyse comparative des composantes de l'adaptabilité architecturale et ambiantale de ces deux structures.

Cette analyse nous permettra d'identifier les atouts et les limites de chaque modèle, de mieux comprendre comment les espaces influencent les pratiques éducatives, les comportements des enfants et la qualité de leur quotidien. Elle nous offrira enfin une base solide pour formuler des recommandations concrètes, à même d'orienter les futures conceptions d'établissements pour la petite enfance vers des environnements plus souples, plus sensibles et mieux adaptés aux besoins réels des enfants, des éducateurs et des familles.

## **Problématique**

L'architecture des établissements éducatifs a longtemps suivi des modèles standards, souvent rigides, qui ne prennent pas en compte la variabilité des besoins des enfants. Cependant, les recherches récentes montrent que l'environnement dans lequel évolue un enfant joue un rôle fondamental dans son développement. Chaque enfant interagit différemment avec son environnement en fonction de ses capacités sensorielles, cognitives et émotionnelles. L'adaptabilité des espaces éducatifs devient alors une question centrale, surtout face à une population d'enfants diversifiée, incluant des enfants avec des besoins spécifiques. Cette diversité exige des espaces plus flexibles et adaptés, capable de soutenir le développement harmonieux de tous les enfants.

Dans ce contexte, il convient de se demander :

- **Comment les établissements éducatifs pour la petite enfance peuvent-ils être conçus de façon adaptable afin de répondre aux besoins sensoriels, cognitifs et sociaux des jeunes enfants ?**

Afin de développer des hypothèses pertinentes en réponse à la problématique posée, nous avons établi un ensemble de questions secondaires qui structureront et orienteront notre démarche méthodologique :

- **Comment définir l'adaptabilité architecturale et ambiantale dans le cadre des établissements éducatifs de la petite enfance ?**
- **Comment se différencient les modalités d'adaptabilité architecturale et ambiantale entre deux typologies d'établissements éducatifs pour la petite enfance, à savoir la crèche autonome et la crèche intégrée dans un habitat collectif ?**
- **De quelle manière les composantes architecturales influencent-elles la capacité d'un espace éducatif à s'adapter aux besoins sensoriels, cognitifs et sociaux des jeunes enfants ?**
- **Dans quelle mesure l'ambiance intérieure notamment la lumière naturelle, le confort acoustique et la qualité de l'air participe-t-elle au bien-être, à la stimulation et au développement global des enfants ?**

## **Hypothèses de recherches**

Afin d'explorer la problématique posé nous avons formuler les hypothèses suivantes :

- L'adaptabilité architecturale et ambiantale, définie comme la capacité des espaces éducatifs à se transformer et à s'ajuster aux besoins évolutifs des enfants, constitue un facteur clé pour favoriser un environnement propice à leur développement global.
- Chaque typologie présente des caractéristiques distinctes avec leurs avantages et leurs limites propres, influençant l'adaptabilité architecturale et ambiantale ainsi différemment ainsi la qualité des espaces et la réponse aux besoins des jeunes enfants
- Les composantes architecturales influencent la capacité des espaces éducatifs à s'ajuster aux besoins sensoriels, cognitifs et sociaux des enfants.
- L'adaptabilité ambiantale, notamment la gestion de la lumière, du son et de l'air, impacte positivement le bien-être et les capacités des enfants.
- La combinaison de l'adaptabilité architecturale et ambiantale optimise les conditions d'accueil et d'apprentissage, y compris pour les enfants à besoins spécifiques.

## **Objectifs de la recherche**

Pour mieux comprendre l'influence de l'adaptabilité architecturale et ambiantale des établissements éducatifs sur les enfants, nous avons établi pour cette recherche les objectifs clé suivants :

- Définir les concepts d'adaptabilité architecturale et ambiantale et les établissements éducatifs et comment l'appliqués aux établissements de la petite enfance.
- Analyser et comparer les modalités d'adaptabilité entre la crèche autonome et la crèche intégrée en habitat collectif.
- Identifier les composantes architecturales influençant l'ajustement des espaces aux besoins sensoriels, cognitifs et sociaux des jeunes enfants.
- Examiner l'impact des ambiances intérieures (lumière, acoustique, qualité de l'air) sur le bien-être et le développement des enfants.
- Formuler des recommandations visant à optimiser la conception des établissements éducatifs en intégrant l'adaptabilité architecturale et ambiantale, notamment pour les enfants à besoins spécifiques

## **Méthodologie de recherche**

Afin d'atteindre les objectifs de cette recherche et d'apporter des réponses structurées à la problématique posée, nous avons adopté une démarche méthodologique combinant plusieurs approches complémentaires. Celle-ci repose sur trois méthodes principales, que nous présentons brièvement ci-dessous :

➤ **Étude bibliographique** : Elle constitue la base théorique de notre recherche. Cette étude nous a permis de circonscrire les notions clés liées aux établissements éducatifs, à l'adaptabilité architecturale et à l'adaptabilité ambiantale. Elle s'appuie sur l'analyse de sources variées, notamment des ouvrages scientifiques, des articles académiques, des thèses de doctorat, ainsi que des documents issus de plateformes spécialisées et de la littérature professionnelle.

➤ **Étude quantitative** : Cette approche s'inscrit dans le volet pratique de notre recherche et comprend deux volets complémentaires :

Étude empirique : Elle consiste en une série de relevés et mesures in situ réalisés dans les cas d'étude à l'aide d'instruments spécialisés, et ce, à des moments précis afin d'évaluer objectivement certaines composantes ambiantales.

Étude numérique : En raison de contraintes temporelles, nous avons également eu recours à des simulations numériques à l'aide de logiciels spécialisés. Ces simulations, validées par les mesures prises sur site, permettent d'élargir l'analyse à différentes périodes de l'année.

- **Étude qualitative** : Cette démarche repose sur une enquête in situ menée dans les deux cas d'étude, visant à compléter les données issues de l'analyse quantitative. Elle a pour finalité de recueillir des observations contextuelles ainsi que des perceptions des usagers (personnel encadrant, enfants, etc.) relatives à l'adaptabilité architecturale et ambiantale. Cette approche permet d'appréhender la dimension sensible des espaces éducatifs et d'enrichir la compréhension des réponses spatiales apportées aux besoins des jeunes enfants.

Ces différentes approches seront croisées lors de l'analyse afin de construire une synthèse critique, de dégager les enjeux essentiels liés à la conception d'établissements éducatifs adaptables, et de formuler des recommandations concrètes qui seront intégrées au projet architectural de fin d'étude

## Structure du mémoire

Dans le cadre de notre travail de recherche, nous avons adopté une structure rigoureuse et cohérente qui comprend :

### Chapitre introductif

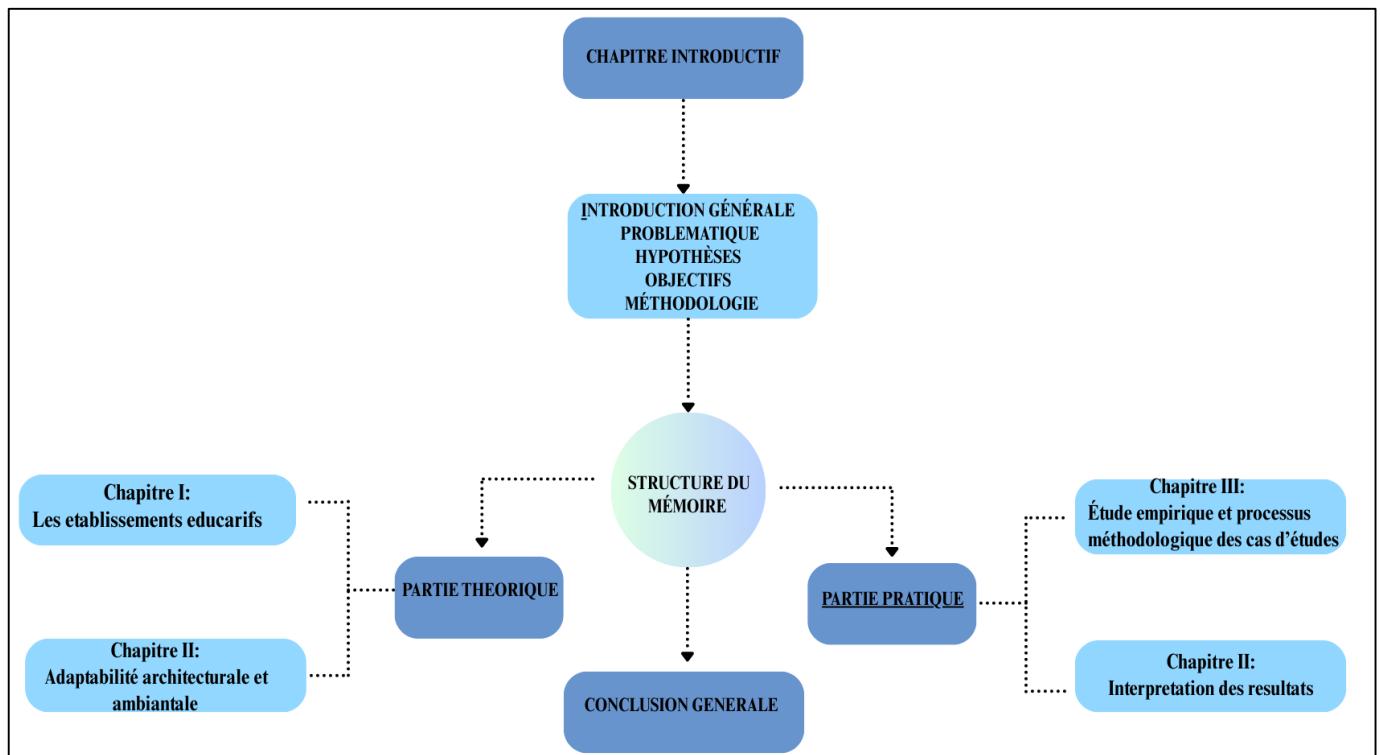
Ce dernier comprend l'introduction générale, la formulation de la problématique, les hypothèses de recherche, les objectifs visés, ainsi que la méthodologie adoptée et l'ossature du mémoire.

### Partie théorique

Cette section se compose de deux chapitres. Le premier est consacré à l'exploration du concept des établissements éducatifs, en vue d'en cerner les fondements. Le second chapitre, quant à lui, vise à définir le concept d'adaptabilité architecturale et environnementale, dans le but de mieux appréhender son impact potentiel.

## Partie pratique

Elle se décline en deux chapitres. Le premier est dédié à la présentation de la méthodologie et des cas d'étude retenus, à travers lesquels une analyse qualitative et quantitative sera menée, en s'appuyant sur les outils de recherche préalablement mentionnés. Le second volet se concentre sur l'analyse, l'interprétation et la mise en parallèle des résultats issus des deux cas étudiés, avant de conclure par une série de recommandations susceptibles d'être intégrées à notre projet de fin d'études.



**Figure 1:**Schéma présentant la structure de mémoire de recherche. (Source : Auteur,2025)

**CHAPITRE I :**

**Les Etablissements Educatifs**

**Et Petite Enfance**

## **Introduction**

Les établissements éducatifs constituent des piliers fondamentaux dans le développement des systèmes éducatifs, étant les structures essentielles à la transmission des savoirs et à la formation des compétences des individus. Ces institutions remplissent une mission primordiale : dispenser un enseignement structuré tout en favorisant la socialisation des apprenants et leur préparation à la vie professionnelle. Leur rôle va au-delà de la simple transmission académique, puisqu'elles participent activement à la formation de citoyens responsables et intégrés dans la société.

Ce chapitre examine les établissements éducatifs à travers quatre axes complémentaires. Dans un premier temps, une définition précise de ces institutions sera établie en se basant sur les cadres conceptuels internationaux et les recherches en sciences de l'éducation. Dans un second temps, l'évolution historique des établissements éducatifs sera retracée, en mettant en lumière leurs premières formes dans les civilisations antiques, leur développement à travers les siècles, ainsi que les spécificités de l'histoire de l'éducation en Algérie. Ensuite, une analyse des typologies contemporaines des établissements éducatifs sera réalisée, en comparant les approches internationales et les particularités du système éducatif algérien, tout en tenant compte des enjeux pédagogiques et des besoins des apprenants dans un contexte national et global.

Enfin, une étude des normes architecturales applicables aux établissements éducatifs sera menée, en mettant l'accent sur les critères fonctionnels, spatiaux et techniques qui soutiennent la qualité des environnements d'apprentissage.

### **I.1.Définition des établissements éducatifs**

1/ Établissement dont le rôle principal est de dispenser l'éducation, comme une école, un collège, une université ou un centre de formation. Ce type d'établissement est normalement accrédité ou sanctionné par les autorités nationales compétentes ou par des autorités équivalentes. Les établissements d'enseignement peuvent également être exploités par des organisations privées, comme des associations religieuses, des groupes d'intérêt ou des entreprises privées d'enseignement et de formation, avec ou sans but lucratif. (Institut de statistique de l'UNESCO)

2/ Un établissement éducatif est une organisation qui offre un service d'éducation, sous forme d'objectif principal ou auxiliaire. Il peut s'agir d'un établissement d'enseignement public ou d'une entreprise privée, d'une organisation non-gouvernementale ou d'un organisme public dont l'objet n'est pas l'enseignement. (UNESCO-UIS. (2011). International Standard Classification of Education (ISCED).)

3/ Selon le Dictionnaire Larousse : Un établissement éducatif représente une Institution publique ou privée chargée de donner un enseignement collectif général aux enfants d'âge scolaire et préscolaire.

4/ L'établissement scolaire constitue le cadre général qui assure les liaisons entre les instances officielles nationales, régionales ou provinciales, la communauté dans laquelle il est installé (parents, administrateurs, hommes politiques...) d'une part, tous les personnels impliqués dans son fonctionnement et les élèves. L'établissement scolaire est une entité juridique et une réalité

sociale. En tant que réalité juridique il prend des formes très différentes selon les pays (structure et organisation, existence ou non d'un directeur, modes de fonctionnement, recrutement des enseignants et des personnels spécialisés...). En tant que réalité sociale il peut se présenter sous des aspects aussi très différents selon les rôles que peuvent y jouer les différents partenaires (élèves compris). (Mialaret, G. (1991). Pédagogie générale. Paris : Presses Universitaires de France.)

5/ Par institutions éducatives nous entendons par ici : tout ce qui est inventé et établi par l'homme pour transmettre le savoir : organisation de l'enseignement, programmes, méthodes pédagogiques. Le sens est donc large ; Il exclut cependant tout ce qui relève des relations individuelles entre le maître et son disciple. Tout ce qui relève de l'art du pédagogue. (Reuchlin Maurice. A propos des institutions éducatives. In : Raison présente, n°3, Mai – Juin - Juillet 1967. L'aliénation, mythe ou réalité. pp. 15-31.)

## I.2.Le rôle des établissements éducatifs dans la société

Les établissements éducatifs jouent un rôle fondamental dans la société, reposant principalement sur deux missions complémentaires : l'instruction et la socialisation. Ces deux dimensions se manifestent à travers divers rôles éducatifs, culturels et civiques que l'école assume au quotidien :

### I.2.1. Instruction et acquisition des savoirs

Les établissements éducatifs contribuent à la création des connaissances scolaires qui sont nécessaires lors du développement intellectuel d'un individu. Elles permettent à ses élèves de se forger des connaissances à des compétences et à des qualifications. L'acquisition d'un diplôme favorise ainsi une meilleure insertion sociale dans la société car un emploi créateur de revenu.

### I.2.2 Socialisation et formation citoyenne

L'établissement éducatif est un espace de socialisation où l'on apprend à l'enfant le savoir-être, les normes sociales et les valeurs communes. L'éducation transmet une culture commune, marmite les traits d'une personnalité orientée qualifications collectives des citoyens capables de cohabiter dans une société démocratique. En socialisant les gens, l'éducation scolaire contribue à développer une conscience de soi et du collectif, à renforcer la communauté. Ainsi, l'école peut être une organisation de défense contre l'anomie

### I.2.3. Intégration culturelle et professionnelle

Les établissements éducatifs unifient les pratiques culturelles et transmettent les symboles, les réglementations et les principes démocratiques, devenant une condition préalable à l'intégration des individus à la nation. En outre, ces écoles et établissements éducatifs favorisent l'intégration professionnelle en permettant aux individus d'acquérir un statut reconnu par la société, une condition préalable à une activité autonome socio-économique.

#### I.2.4. Promotion de l'égalité des chances

L'école publique assure l'accès libre à l'éducation, quelles que soient les conditions matérielles et sociales, les origines ethniques ou religieuses. Le but de cette mission est de diminuer les différences matérielles et de permettre à chacun de réaliser soi-même, de former sa personnalité et ses compétences

#### I.2.5. Développement global de l'enfant

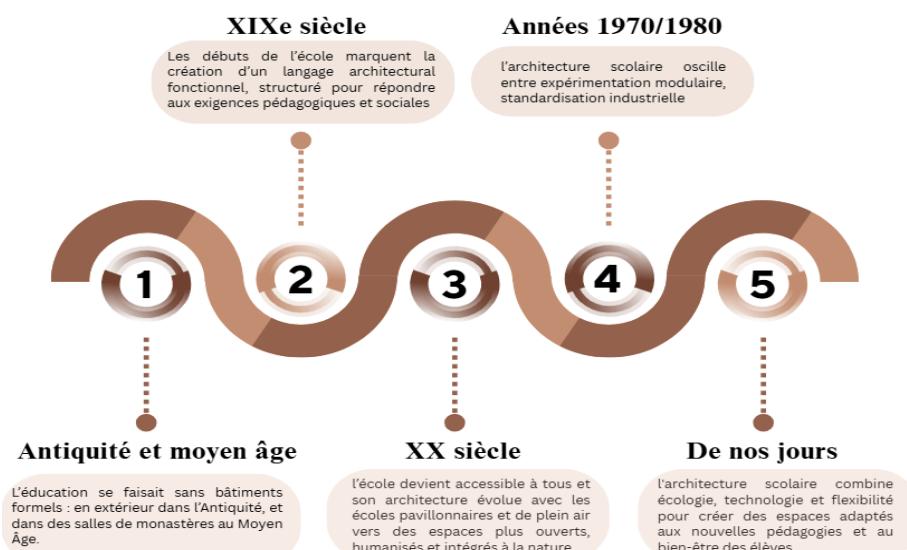
Les établissements éducatifs contribuent, au-delà des savoirs, au développement cognitif, social, moral, et émotionnel des enfants. Ils offrent un environnement structuré pour le développement et l'apprentissage des comportements responsables et en empathie envers la diversité

### I.3.Historique et évolution des établissements éducatifs

Dans cette partie, nous aborderons l'évolution historique des instituts éducatifs. Dans un premier temps, nous retracerons les principales étapes du développement des établissements à l'échelle internationale. Cela nous permettra alors de saisir comment les compositions pédagogiques et architecturales se sont diversifiées sous l'influence de différents contextes socioculturels, politiques et sanitaires au fil des siècles. Dans un second temps, nous nous intéresserons spécifiquement au cas de l'Algérie pour étudier comment ces dynamiques internationales ont pu être adaptées, modifiées et critiquées dans un contexte local, marqué par une histoire post-indépendance et colonisation

#### I.3.1.A travers le monde

Au cours de l'histoire, les bâtiments et les villes se sont efforcés de refléter des tendances et des problèmes spécifiques qui ont prévalu dans la société. L'établissement éducatif n'était pas une exception. Au début du XIXe siècle, son évolution est devenue particulièrement précise et claire, car de nombreux États avaient adopté une approche permettant de s'axer sur un espace individuel pour l'instituteur. Ce processus a été traversé par plusieurs étapes et il sera nécessaire de les mentionner et de les considérer



**Figure 2 : Evolution historique des établissements éducatifs à travers le monde. (Source : Auteur, 2025)**

### I.3.1.1. Antiquité et moyen âge : une éducation sans établissements formelles

A l'époque, L'éducation en Antiquité se faisait en extérieur : en fait, Platon et ses élèves n'avait besoins d'un jardin. Aspect que l'on retrouve dans les écoles antiques, telle que Grèce et Rome, qui n'était souvent que des lieux publics où les jeunes se rassemblent pour étudier la philosophie, la rhétorique et la littérature. Le moyen Age se faisait en intérieur, souvent dans un chapitre de monastère, l'éducation Chrétienne ou les moines et clercs enseigner la lecture, l'écriture et les math pour les enfants. Ce n'est qu'à partir de la renaissance et du développement des collèges jésuites au XVI e siècle que l'architecture éducative se met en place.



**Figure 3 :** Education dans l'antiquité.  
Source : <https://fr.wikipedia.org>

### I.3.1.2. Le XIXe siècle

- **Les débuts de l'école**

Les premiers établissements scolaires sont les collèges de prestige. Pendant toute la période de l'ancien régime, ces écoles étaient ouvertes seulement pour les enfants des familles patriciennes et bourgeoises. Il n'y avait aucun établissement pour l'éducation élémentaire. Les personnes riches, instruisaient leurs enfants à la maison, tandis que les autres vont le plus souvent avec leur précepteur dans les petites salles suburbaines des bâtiments de la commune ou jusqu'à la maison de maître. De plus, ces salles étaient très polyvalentes et elles n'étaient pas utilisées que pour l'éducation des enfants. Le XIXe siècle a marqué une rupture importante avec ce schéma inégalitaire. Une approche éducative innovante : l'enseignement mutuel, a alors vu le jour dans les milieux urbains. Des salles spacieuses accueillaient des centaines d'enfants de divers âges, tous suivant une méthode élaborée à Fribourg par le Père Girard (1765-1850). Ce dispositif offrait l'atout majeur de rendre le savoir accessible à tous tout en améliorant l'efficacité des ressources financières.

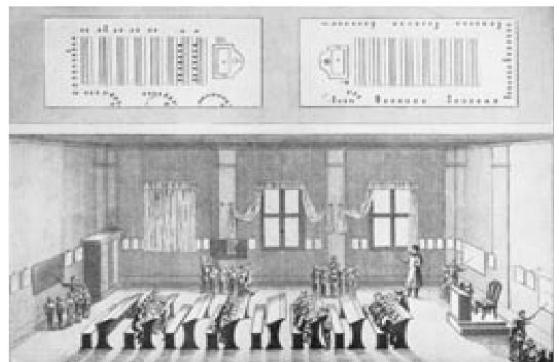
La mise en œuvre de ce projet nécessitait une architecture spécifique. En 1807, le Père Girard réussit à convaincre les autorités de Fribourg de construire une école spécialement conçue pour sa méthode. Il en dessina lui-même les plans, insistant sur l'importance d'un espace bien organisé. La salle devait être assez grande pour accueillir tous les élèves, avec des bancs individuels, des espaces de circulation et des allées

Suffisamment larges pour faciliter les échanges entre groupes de niveaux différents. Malheureusement, cette expérience ne dura que cinq ans (1818-1823). Pourtant, elle marqua son époque. Les idées du Père Girard, qui imaginait déjà des salles de classe favorisant le travail

collaboratif et l'encadrement par les pairs, préfiguraient en quelque sorte l'architecture des écoles modernes, comme celles que l'on verrait plus tard dans les pays nordiques



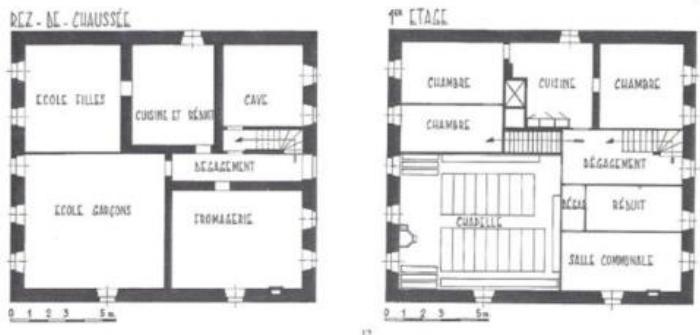
**Figure 4 :** Pupitres et tableau noir installés dans la chambre à coucher du maître d'école.  
(Source : L'architecture scolaire, Bulletin CIIP No 15)



**Figure 5 :** Classe d'enseignement mutuel selon le Père Girard.  
(Source : L'architecture scolaire, Bulletin CIIP No 15)



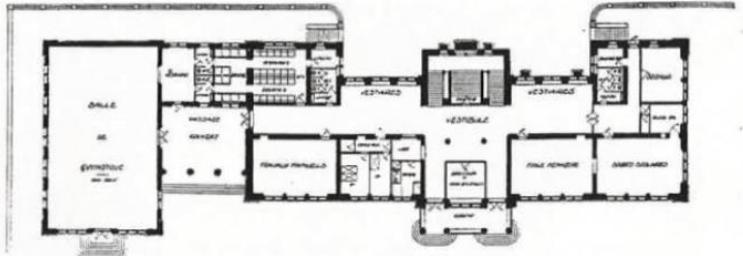
**Figure 6 :** Vue et plan d'une maison de commue en 1795 en Europe. (Source : Martin A, 2014)



- **Création d'un langage architectural : le Heimatstil**

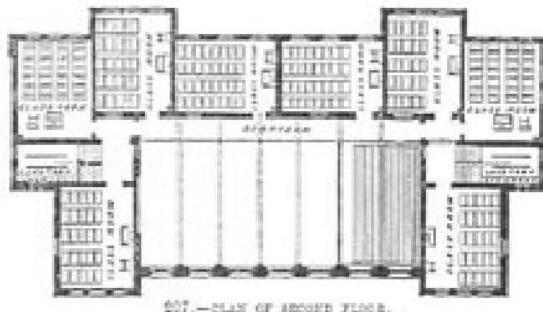
L'architecture scolaire émerge comme discipline spécifique au XIX<sup>e</sup> siècle, notamment avec la loi Guizot (1833) en France, qui impulse la construction des premières maisons d'école. L'obligation scolaire instaurée en 1877 conduit à un système éducatif structuré, inspiré du modèle des collèges, avec des salles de classe rectangulaires ordonnées autour du bureau du maître, promouvant ordre et discipline.

Dans le même élan réformateur, d'autres pays européens développent également une architecture scolaire aux caractéristiques propres. En Suisse, à partir de 1907, un vaste programme de construction adopte un style architectural marqué, le *Heimatstil*, aux allures de bâtiments religieux ou carcéraux. Ces écoles, surnommées « petits palais du peuple », visent à élever le goût populaire et renforcer l'identité nationale, malgré les critiques sur leur coût. L'environnement scolaire est pensé pour l'hygiène, l'isolement du tumulte urbain et l'éducation morale, sous l'influence notamment du Dr Louis Guillaume.



**Figure 7 :** Vue et plan d'une école style Heimatstil en 1907 (Source : Martin A, 2014)

De manière parallèle, en Angleterre, l'architecte E.R. Robson popularise le style *Queen Anne*, lui aussi porteur de visées pédagogiques et sociales. Inspiré du modèle prussien, ce style organise les écoles autour d'une salle centrale, avec un accent sur l'hygiène, la discipline et la surveillance, en lien avec les objectifs éducatifs et l'intégration des classes laborieuses.



**Figure 8** : Plan d'une école de style Queen Anne.  
(Source : E. R. Robson)

### I.3.1.3. XX siècle

L'architecture scolaire du XXe siècle était en plein bouleversement en raison de l'apparition de diverses innovations dans le domaine éducatif. Si les travaux de Dewey, de Montessori et du Cousinet ont été les plus influents, ces innovations basées sur l'expérience et l'autonomie de l'enfant ont complètement révolutionné l'ancien style dans lequel la punition et la contrainte étaient des méthodes privilégiées. À la lumière de ces circonstances, l'organisation des espaces éducatifs a également subi une régénération à deux niveaux majeurs, qui, d'un côté, est représentée par le développement des écoles pavillonnaires et, d'un autre côté, est illustrée par la poussée des écoles de plein air.

- Les écoles pavillonnaires : vers une architecture humanisée

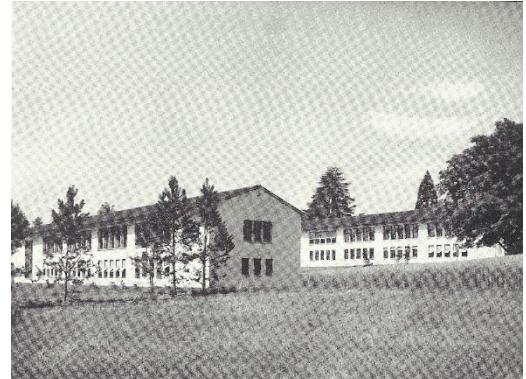
Dans l'entre-deux-guerres, l'architecture scolaire adopte un langage fonctionnel et dépouillé, rompant avec le formalisme hiérarchique des siècles précédents. Le concept d'école pavillonnaire, initialement imaginé par Tony Garnier dans son projet de cité industrielle, trouve sa première concrétisation en 1939 à Bâle (Bruderholz). Ce modèle architectural, qui se généralise dans les années 1950, repose sur plusieurs principes fondamentaux :

- Une organisation spatiale en unités distinctes favorisant une ambiance familiale
- Une intégration harmonieuse dans des espaces verts
- Une différenciation des espaces selon les groupes d'âge
- L'utilisation de matériaux modernes et de dispositifs pédagogiques intégrés

L'école de Tremblay à Genève (1950) et le centre de vie enfantine de Valency à Lausanne (Rodolphe Lüscher, 1989) illustrent parfaitement cette approche, marquée par une attention particulière à l'échelle enfantine et à la transparence éducative des dispositifs architecturaux.



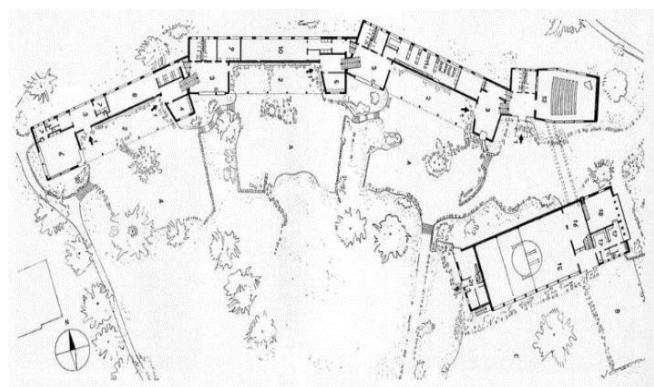
**Figure 9 :** le centre de vie enfantine de Valency à Lausanne. (Source : <https://prelaz-valency.ch/>)



**Figure 10 :** L'école de Tremblay à Genève (1950). (Source : <https://notrehistoire.ch>)



**Figure 11 :** École Felsberg à Lucerne. (Source : L'architecture scolaire pavillonnaire en Suisse alémanique, dans les années 1950)

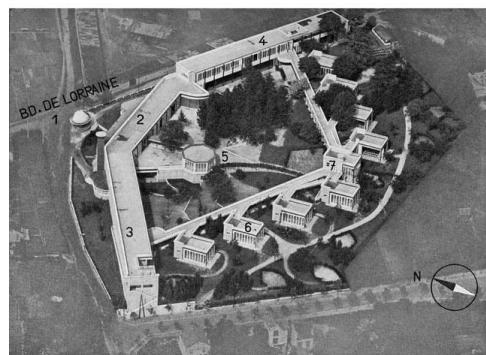


#### • Les écoles de plein air : architecture et santé publique

Apparues initialement comme réponse à la tuberculose, les écoles de plein air connaissent un développement remarquable dès les années 1920. Ces établissements, conçus par des architectes de renom (Neutra à Los Angeles, Duiker à Amsterdam, Beaudouin et Lods à Suresnes), matérialisent une synthèse innovante entre :

- Impératifs sanitaires (aération, ensoleillement)
- Exigences pédagogiques
- Qualité architecturale

Le modèle de Suresnes (1935), aujourd'hui classé monument historique, avec ses parois vitrées repliables, influence profondément les réalisations suisses comme l'école de Vidy à Lausanne (1925) ou l'établissement de Mümliswil par Hannes Meyer (1939).



**Figure 12 :** Ecole plein air de Suresnes (1935). (Source : [https://lle.ens-lyon.fr/dossier\\_focus/dossier\\_archi](https://lle.ens-lyon.fr/dossier_focus/dossier_archi))

#### I.3.1.4. Les années 1970/1980

L'après-guerre a cependant marqué un tournant vers l'industrialisation de la construction scolaire. Face à la massification de l'enseignement, les priorités sont devenues la rapidité d'exécution et l'économie, conduisant à une standardisation des constructions (système CROCS en Suisse) souvent au détriment de la qualité architecturale. Cette période de rationalisation intensive, bien que nécessaire pour répondre aux besoins croissants, a préparé le terrain pour un retour à une réflexion plus qualitative sur les espaces éducatifs à partir des années 1970.

Les années 1970 marquent un tournant dans la conception des espaces scolaires, sous l'influence des nouvelles approches pédagogiques centrées sur l'enfant. Inspirées par les travaux de Piaget et Roth, les classes se transforment en "environnements enrichis" avec des coins lecture et ateliers, tandis que les cours de récréation deviennent des aires de jeu. Ce mouvement, particulièrement développé dans les pays anglo-saxons et nordiques, conduit à l'émergence des "écoles ouvertes" caractérisées par :

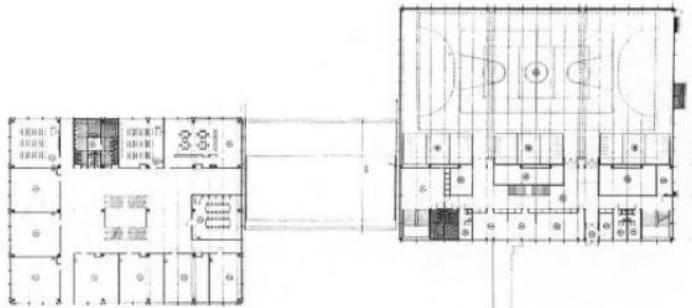
- Des espaces modulables (cloisons mobiles, structures gonflables)
- Des aires communes favorisant les échanges interâges
- Une organisation en zones thématiques (lecture, sciences, arts)
- Le modèle suédois SAMSKAP avec sa halle centrale multifonctionnelle

Cependant, cette révolution architecturale rencontre des résistances. Malgré l'enthousiasme initial des politiques, enseignants et parents s'opposent à ces nouveaux espaces, notamment après que des études australiennes aient pointé des résultats scolaires inférieurs dans ces configurations. Dès les années 1980, on assiste à un retour partiel aux cloisonnements.

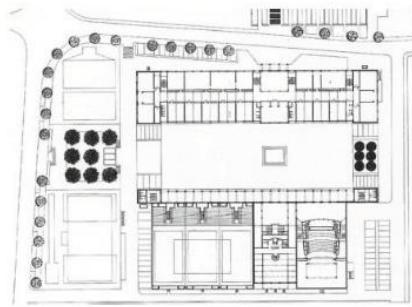
Les années 1990 voient apparaître un nouveau modèle : les "écoles compactes". Tout en conservant une certaine monumentalité (béton, briques), elles privilégient :

- La flexibilité des espaces
- Une multifonctionnalité des circulations
- Des formes architecturales plus variées
- Une meilleure adaptation aux besoins pédagogiques contemporains

Cette période révèle ainsi les tensions permanentes entre innovations architecturales, exigences pédagogiques et acceptation sociale, montrant que la transformation des espaces scolaires ne suffit pas à elle seule à changer les pratiques éducatives.



**Figure 13:** Vue et plan d'une école à Lausanne en 1971. (Source : Martin A, 2014)



**Figure 14 :** Vue et plan d'un collège secondaire en Europe en 1990. (Source : Martin A, 2014)

### I.3.1.5. De nos jours

L'architecture scolaire contemporaine se caractérise par une double exigence écologique et pédagogique. Les écoles du futur, construites au cœur de la nature et équipées des dernières technologies, indiquent une vision systémique de l'environnement éducatif. Au cœur du complexe, la bibliothèque-centre de ressources devient un pivot qui relie diverses chambres pour travail individuel et collectif aux espaces culturels et scientifiques, théâtre, musée, jardin botanique et studios de médias. L'école modulaire est revenue pour répondre aux pédagogies actives et socioculturelles, qui s'appuient sur la flexibilité spatiale : alvéoles pour le travail individuel, vastes zones de collaboration et salle polyvalente. Acoustique particulièrement pris en charge, plusieurs études ayant prouvé que le bruit nuisait aux performances cognitives de l'apprentissage. Par conséquent, l'école d'architecture moderne cherche à intégrer l'innovation pédagogique, le bien-être environnemental et l'efficacité éducative, en fonction des progrès technologiques et sociaux actuels.

### I.3.2. Histoire éducative en Algérie

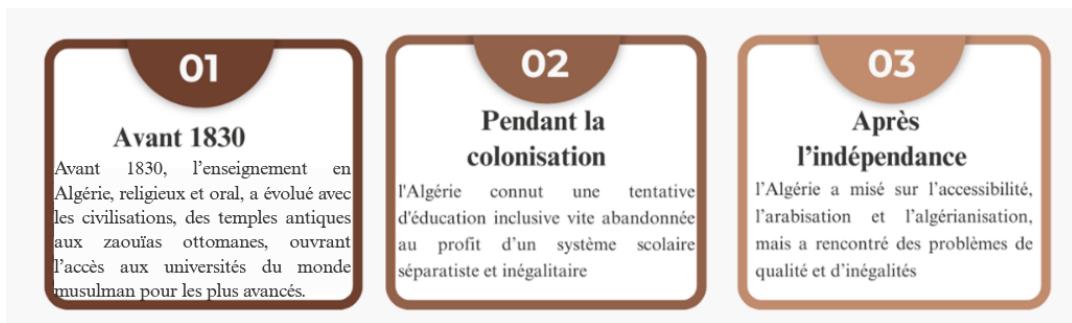


Figure 15 : Evolution historique de l'éducation en Algérie. (Source : Auteur, 2025)

#### I.3.2.1. Avant 1830

Avant la colonisation française de 1830, l'enseignement en Algérie a évolué au rythme des civilisations successives. À l'époque carthaginoise et numide, l'éducation se transmettait oralement dans les temples, les écoles de scribes et les centres royaux. Sous la domination romaine, des écoles latines, forums et bibliothèques, comme celle de Timgad, diffusaient le droit et la philosophie. Avec le christianisme, des monastères et écoles chrétiennes assuraient un enseignement religieux, bien qu'en déclin avant l'arrivée de l'islam. La période islamique médiévale constitua un âge d'or du savoir, avec des villes comme Tlemcen, Béjaïa ou la Qal'a des Banu Hammad, où l'on enseignait le Coran, le droit, mais aussi la médecine, l'astronomie ou les mathématiques. Cet héritage se poursuivit sous l'empire ottoman avec un réseau consolidé de kuttab, madrassas et zaouïas, transmettant un savoir religieux et parfois scientifique, essentiellement par oralité et manuscrits. À la veille de 1830, l'enseignement reposait presque exclusivement sur ces structures religieuses. Selon Ait Meddour (2021), les écoles coraniques pour les musulmans, rabbiniques pour les Juifs, et chrétiennes pour les minorités constituaient les principales formes d'éducation. Les kuttab, au nombre d'environ 2 000 selon Khodja (2014), proposaient un apprentissage basé sur la mémorisation du Coran, sans pédagogie structurée. Ceux qui complétaient cet apprentissage pouvaient devenir tolba ou poursuivre leurs études dans de grandes mosquées-universités comme celles de Tunis ou du Caire.

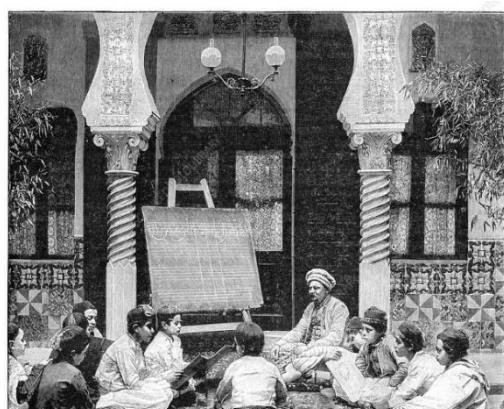


Figure 16 : Ecole arabe avant la colonisation en Algérie. (Source : <https://www.vitaminmedz.com>)

### I.3.2.2. Pendant la colonisation

Selon les analyses de Khodja (2014) et Ait Meddour (2021) : Pendant les premières années de la colonisation française en Algérie, seules quelques écoles privées confessionnelles furent ouvertes, principalement pour les enfants européens et juifs. Les autorités coloniales furent confrontées à une grande diversité culturelle et linguistique, issue des vagues migratoires venues de France et du bassin méditerranéen.

En 1833, l'administration mit en place un système d'enseignement mutuel, porté par l'intendant Genty de Bussy. Ce modèle, visant à instruire à la fois enfants colons et autochtones, reposait sur l'idée que le contact entre enfants permettrait une assimilation progressive des indigènes à la culture française. Toutefois, ce projet échoua en raison des résistances sociales : les familles musulmanes craignaient l'acculturation, les familles européennes refusaient le mélange des classes sociales, et les communautés religieuses refusaient toute cohabitation scolaire.

Face à cet échec, un système scolaire séparatiste fut instauré dès 1836, avec la création d'écoles « juives-françaises » et « maures-françaises », chacune encadrée par un double corps enseignant (français pour le français, indigène pour l'arabe et la religion). En 1850, le décret sur les écoles arabo-françaises officialisa l'ouverture de dix établissements dans plusieurs villes. Ces écoles étaient gratuites et ouvertes aux filles comme aux garçons.

Néanmoins, ce modèle connut lui aussi un échec, causé par plusieurs facteurs : le contexte colonial marqué par la spoliation des ressources, une politique scolaire hésitante, une conception inégalitaire des langues et une politique métropolitaine visant à imposer le français comme seule langue scolaire. Après 1871, les écoles arabo-françaises furent démantelées par les colons républicains, et les rares élèves indigènes furent redirigés vers des écoles exclusivement françaises, renforçant l'exclusion éducative des Algériens



**Figure 17 :** Enseignement en Algérie pendant la colonisation. (Source : <https://alger-roi.fr>)

### I.3.2.3. Après l'indépendance

Selon Ait Meddour (2021) : L'Algérie, après son indépendance, est confrontée à un système éducatif gravement perturbé, avec un taux d'analphabétisme de près de 85% et un faible taux de scolarisation. Avec l'explosion démographique, l'état algérien a mis en place un plan d'intégration scolaire, articulé d'une part autour de l'accessibilité généralisée et d'autre part avec la construction des infrastructures. Cependant, ce processus a soumis la qualité aux conflits et augmenté les inégalités entre les deux types de divisions spatiales. Dans la poursuite du projet de reconstruction nationale, l'algérianisation et l'arabisation de l'école représentent des

instruments symboliques et politiques importants pour préserver et réhabiliter la culture nationale dans l'institution scolaire. Néanmoins, en raison de sa mise en œuvre rapide, elles ont également favorisé les erreurs de la pédagogie. En 1974, par exemple, l'État a instauré l'école fondamentale, intégrant primaire et collège en une discipline de neuf périodes. Le taux de déperdition dans l'école fondamentale et le style pédagogique ont montré que l'unité scolaire aurait pu intervenir à une date ultérieure. Les mêmes problèmes rencontrent l'enseignement supérieur. La première génération des réformes universitaires de 1971, avec les ambitions, de Mohammed S. Benyahia, régler l'écart entre l'université et les exigences économiques de la société, s'achève en développement rapide mais sans avantages pour corriger les erreurs structurelles. La deuxième réforme en vingt ans commence en 1998 pour garantir la qualité de l'éducation et poursuivre l'indépendance universitaire. Ainsi, l'Algérie tentait d'adapter le système éducatif aux exigences du développement en surmontant les défis concernant la qualité et l'accessibilité.

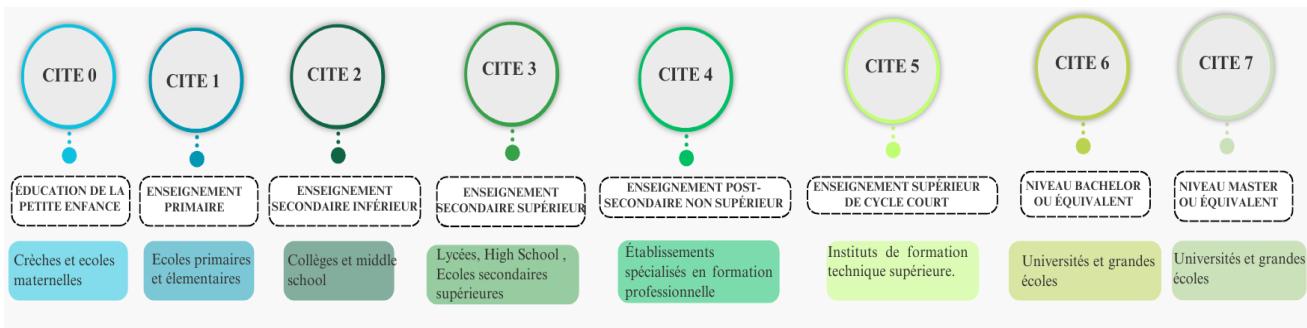
## **I.4.Typologies des établissment éducatifs**

Dans cette partie, nous étudierons les typologies des établissements éducatifs selon deux axes principaux. D'abord, nous les classerons en fonction des catégories d'âges, à travers une analyse des modèles internationaux, puis du cas algérien, afin de comprendre comment les parcours scolaires s'articulent selon les étapes de développement de l'enfant. Ensuite, nous aborderons les typologies fondées sur les approches pédagogiques, en mettant en lumière l'influence des méthodes d'enseignement sur l'organisation scolaire et les relations éducatives.

### **I.4.1. Par catégories d'âges**

#### **I.4.1.1. Echelle internationale**

Au niveau international, la Classification internationale type de l'éducation [CITE] est un référentiel conçu pour faciliter la collecte, la comparaison et l'analyse des statistiques éducatives entre les pays. Il repose principalement sur deux axes de classification : les niveaux d'enseignement et les domaines de formation. À ces dimensions s'ajoutent l'orientation, générale, professionnelle ou préprofessionnelle et la finalité des parcours, seconde chance, raccourcie ou intensive. La version la plus récente de la CITE, CITE2011, identifie huit niveaux d'enseignement. Cette classification est basée sur une approche empirique alimentée par plusieurs critères qui permettent d'attribuer un programme éducatif à un niveau donné et qui sont eux-mêmes hiérarchisés différemment selon le niveau et la nature de l'enseignement



**Figure 18 :** Classification internationale type de l'éducation (CITE). (Source : Auteur ,2025)

- **CITE 0 : Éducation de la petite enfance**

Ce niveau vise le développement global des jeunes enfants avant leur entrée dans l'enseignement primaire. Il prend en compte les dimensions cognitives, physiques, sociales et émotionnelles. L'approche est généralement holistique et non formelle, bien qu'elle intègre une composante éducative. Deux types de structures sont identifiables : les crèches, qui offrent un cadre de garde et d'éveil pour les très jeunes enfants, et les écoles maternelles, qui peuvent être considérées comme une phase de transition vers le primaire

- **CITE 1 : Enseignement primaire**

Le niveau 1 marque l'entrée dans un enseignement structuré et formel, visant principalement l'acquisition des compétences fondamentales telles que la lecture, l'écriture et le calcul. Il contribue aussi au développement personnel et social des élèves. L'admission dépend de l'âge, généralement entre 5 et 7 ans, et la durée varie de 4 à 7 ans selon les pays, avec une moyenne de 6 ans. Ce niveau comprend les écoles primaires et, dans certains contextes, les écoles élémentaires.

- **CITE 2 : Enseignement secondaire inférieur**

Ce niveau consolide les acquis du primaire et introduit une diversification progressive des apprentissages. Les élèves y accèdent généralement entre 10 et 13 ans. Les contenus deviennent plus disciplinaires, préparant les élèves à des choix d'orientation futurs, qu'ils soient généraux, techniques ou professionnels. Ce niveau est assuré par des collèges en France, des middle Schools ou junior high Schools dans les pays anglophones, ou encore sous le terme plus général d'école secondaire inférieure

- **CITE 3 : Enseignement secondaire supérieur**

Les élèves accèdent à ce niveau entre 14 et 16 ans, selon les systèmes éducatifs. L'enseignement y devient plus spécialisé, avec pour objectif de préparer les élèves soit à l'enseignement supérieur, soit à l'insertion professionnelle. Ce niveau regroupe différentes structures telles que les lycées (généraux, techniques ou professionnels), les high Schools dans les pays anglophones, ou encore les écoles secondaires supérieures dans d'autres pays.

- **CITE 4 : Enseignement post-secondaire non supérieur**

Ce niveau représente une transition entre l'enseignement secondaire supérieur et le marché du travail ou l'enseignement supérieur long. Il comprend des formations ciblées, axées sur l'acquisition de compétences spécifiques ou techniques. Les diplômes délivrés à ce niveau incluent des certificats professionnels ou des diplômes de formation professionnelle, souvent conçus pour permettre soit une insertion directe sur le marché du travail, soit un accès à des études supérieures ultérieures.

- **CITE 5 : Enseignement supérieur de cycle court**

Ce niveau correspond à des formations supérieures courtes et professionnels. Elles offrent des compétences pratiques adaptées aux besoins du marché du travail tout en pouvant servir de tremplin vers des études plus longues. L'admission à ce niveau requiert l'achèvement d'un programme de niveau 3 ou 4. Les diplômes obtenus sont, par exemple, le BTS (Brevet de Technicien Supérieur) ou le DUT (Diplôme Universitaire de Technologie).

- **CITE 6 : Niveau bachelor ou équivalent**

Les programmes de ce niveau visent l'acquisition de connaissances académiques ou professionnelles intermédiaires et mènent à un premier diplôme universitaire. L'admission est conditionnée par la réussite à un programme de niveau 3, 4 ou parfois 5. Le diplôme le plus courant à ce niveau est la licence (Bac +3), délivrée par les universités ou certaines grandes écoles.

- **CITE 7 : Niveau master ou équivalent**

Ce niveau concerne les programmes d'enseignement supérieur avancés, orientés vers la recherche ou la professionnalisation. Il débouche sur un second diplôme universitaire ou une certification équivalente, souvent à Bac +5. L'admission exige généralement un diplôme de niveau 6 ou parfois de niveau 5 dans le cas de passerelles spécifiques. Ces formations sont dispensées dans des universités ou grandes écoles et combinent théorie, pratique et travaux de recherche avancés.

#### I.4.1.2. En Algérie

En Algérie, l'éducation est obligatoire à partir de 6 ans. C'est même l'une des priorités du gouvernement algérien. Le système éducatif algérien est divisé en plusieurs niveaux : l'enseignement préparatoire, fondamental ( primaire et secondaire), secondaire, professionnel et supérieur. L'accès à l'enseignement supérieur est conditionné par l'obtention du baccalauréat ou d'un diplôme étranger équivalent.

- **Les principes régissant le système éducatif algérien**

L'éducation nationale demeure pour l'essentiel, régie par l'ordonnance n° 76-35 du 16 avril 1976 complétée et modifiée par un ensemble d'autres textes et ses principes qui sont définis par la constitution algérienne consistent :

1 - A garantir le droit à l'enseignement. (Art. 53/ alinéa 1)

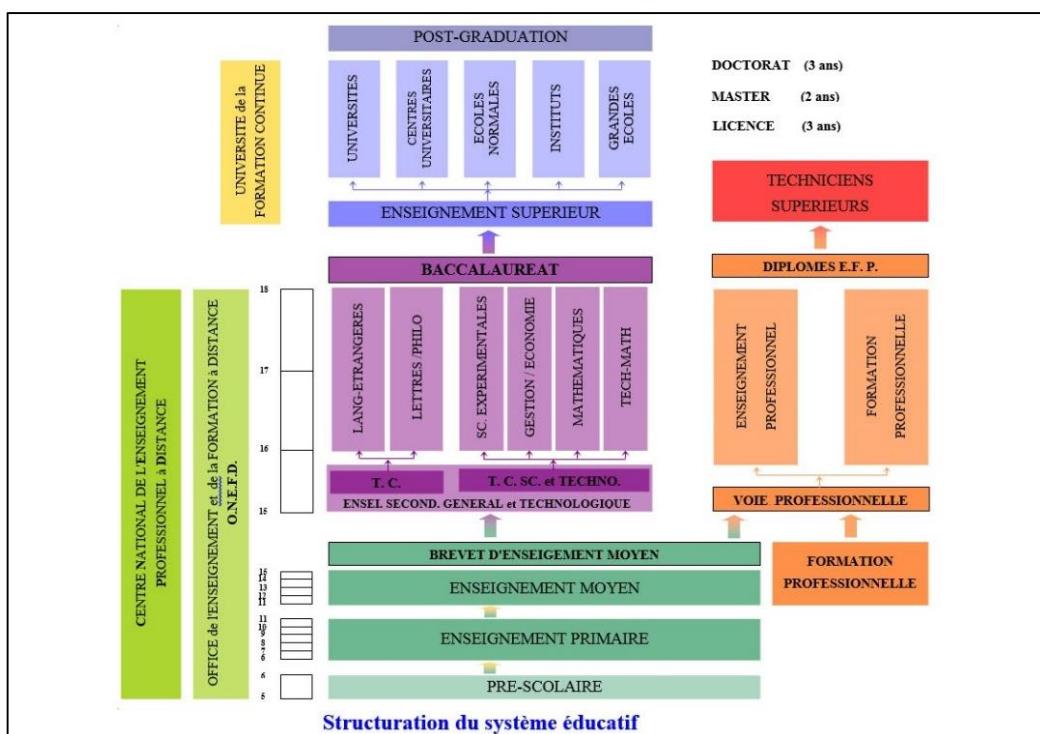
2- A l'obligation de la scolarisation : « Tout Algérien a droit à l'éducation et à la formation. Ce droit est assuré par la généralisation de l'enseignement obligatoire d'une durée de 9 ans pour tous les enfants âgés de 6 à 16 ans révolus ». (Art. 5 de l'ordonnance du 16 Avril 1976). Cet enseignement qui s'étale sur neuf ans concerne l'enseignement primaire et moyen.

3 - A garantir la gratuité de l'enseignement : « L'enseignement est dispensé gratuitement dans tous les établissements d'éducation et de formation et les frais d'entretien et de fonctionnement de ses établissements sont à la charge de l'état et des collectivités locales » Et ce à tous les niveaux et quelque soit l'établissement public fréquenté. (Art. 53/ alinéa 2). A ce propos l'état algérien prévoit près de 25% de son budget pour l'éducation nationale

4 - « L'état veille à l'égal accès à l'enseignement et à la formation professionnelle ». (Art. 53/ alinéa 5)

### • Description du système éducatif algérien

En Algérie, l'éducation est obligatoire à partir de l'âge de 6 ans. C'est d'ailleurs l'une des priorités du gouvernement algérien. Il existe des niveaux de l'enseignement en Algérie, à savoir l'enseignement préparatoire, l'enseignement fondamental primaire et secondaire, l'enseignement secondaire, professionnel et supérieur, Conditionné par l'obtention du baccalauréat ou un diplôme étranger correspondant.



**Figure 19 :** Structuration du système éducatif en Algérie. (Source : <https://www.education.gov.dz>)

#### ➤ L'enseignement préscolaire

Il est destiné aux enfants de 5-6 ans. Il est assuré dans des classes préparatoires créées dans certaines écoles primaires, dans des jardins d'enfants ou des classes enfantines. Il s'agit d'un enseignement de compensation qui vise à accompagner les enfants dans leur entrée à l'école de base et à acquérir leur autonomie, des attitudes et des compétences afin de construire les apprentissages.

#### ➤ L'enseignement de base

Il est obligatoire pour tous les élèves âgés de 6 à 16 ans et se répartit en :

##### L'enseignement primaire : (les écoles primaires)

Ce cycle d'une durée de cinq ans est sanctionné par un examen régional qui donne alors droit à l'enseignement moyen. Cet examen, qui se tiendra pour la première fois en cette année scolaire

2007/2008, il représente l'équivalent de l'ancien examen d'entrée en sixième. L'objectif prépondérant est de réaliser le développement de toutes les capacités de l'enfant en outillant l'enfant des instruments et éléments de base de connaissance, d'expression de la faculté en matière d'expression orale et écrite, de lecture, de mathématiques

Il est classé en 4 catégories : Type A (3 classes, 120 élèves), Type B (6 classes, 180 élèves)

Type C (9 classes, 270 élèves), Type D (12 classes, 360 élèves).

#### L'enseignement moyen : (les collèges)

Il a pour but d'assurer pour chaque élève un socle de compétences incompressibles d'éducation, de culture et de qualification, il permet de poursuivre des études et des formations post-obligatoires ou de s'intégrer dans la vie active. A la différence de l'enseignement primaire, les disciplines sont assurées par des professeurs de différentes spécialités. Il se déroule en quatre année et est sanctionné par le Brevet d'Enseignement Moyen. L'élève admis sera orienté vers l'enseignement secondaire. Celui n'est pas admis pourra intégrer le cursus de la formation continue ou alors basculer dans la formation professionnelle, voire dans la vie active s'ils atteignaient l'âge de seize ans révolus

Il est classé en 5 catégories : Base 3 (9classes, 360 élèves), Base4 (12classes, 480 élèves)

Base 5 (15classes, 600 élèves), Base 6 (18 classes ,720 élèves), Base7 (21classes, 840 élèves)

#### L'enseignement secondaire :

L'enseignement secondaire s'étend sur trois ans. La première année constitue un tronc commun qui combine les disciplines de lettres, de sciences et de technologie. Il est couronné par l'obtention du baccalauréat, un diplôme national. Son objectif est de consolider des acquis scolaires capitalisés à l'école de base et, d'autre part, de renforcer le socle des connaissances et savoir-faire des élèves. Qu'il s'agisse aussi d'élèves, le secondaire se propose de fournir une spécialisation progressive de l'enseignement des sciences naturelles, sociales, techniques et linguistiques, en fonction des capacités et des besoins de la société. A ce niveau, l'élève a le choix d'entrer soit dans le monde du travail soit de poursuivre ses études dans le supérieur. En cas de non admission au baccalauréat et a l'exception du redoublement, l'élève a le choix entre la voie continue et professionnelle ou en alternance et la vie active.

Il est classé en 3 catégories : Base 800 (15 classes), Base 1000 (22classes), Base 1000 (29classes)

### ➤ L'Enseignement Supérieur

Concernant l'université, son accès est garanti pour tout candidat ayant réussi au baccalauréat et ce dernier comprend des universités, des écoles nationales, des instituts nationaux, des écoles normales supérieurs. Comme tous les autres pays, l'Algérie a fait face au défi de la mondialisation du système de formation universitaire, ce qui a abouti à l'adoption du système LMD, Licence Master Doctorat. À cet égard, la réforme a entraîné non seulement la rénovation des programmes, mais également de nouvelles pratiques pédagogiques. Maximalisant les opportunités et l'ouverture internationale, le LMD a été principalement choisi en raison de ces deux facteurs. Ainsi, en 2004, l'Algérie est passée du baccalauréat traditionnel à la LMD Licence 3 ans, Magister 2 ans et Doctorat 3 ans

## I.4.2. Selon les approches pédagogiques

Les établissements éducatifs varient selon les pédagogies qu'ils adoptent, influençant les méthodes d'enseignement, l'organisation des espaces et la relation entre l'élève et l'enseignement.

### I.4.2.1. Les écoles traditionnelles (pédagogie classique)

Ces établissements s'inscrivent dans le cadre des programmes officiels de l'Éducation nationale et privilégient une pédagogie magistrale, centrée sur la transmission descendante des savoirs. L'enseignement est structuré autour de disciplines académiques cloisonnées. Le professeur détient une autorité hiérarchique forte. L'évaluation repose sur des examens et des notes chiffrées. Ce modèle demeure prédominant dans l'enseignement public et privé sous contrat, où la conformité aux référentiels nationaux est rigoureusement respectée.

### I.4.2.2. Les écoles à pédagogies alternatives ou actives

Ces établissements reposent sur des méthodes éducatives qui placent l'enfant au centre de son apprentissage, valorisant l'autonomie, la coopération, la créativité et le respect des rythmes individuels. Ils rejettent souvent les pratiques traditionnelles (notes, examens, programmes imposés) au profit de pédagogies expérientielles et globales.

- **Principales approches alternatives**

**Montessori** : pédagogie sensorielle fondée sur le libre choix des activités, du matériel concret, et l'auto-discipline.



**Figure 20 :** Maria Montessori.  
Source : <https://www.montessori-idylle.ch>

**Freinet** : pédagogie coopérative, basée sur l'expression libre, les projets collectifs, et les techniques d'apprentissage actives.



**Figure 21 :** Salle de classe selon la pédagogie Célestin Freinet. (Source : <http://www.clairvivre.be>)

**Steiner-Waldorf** : développement équilibré de l'enfant à travers des activités artistiques, manuelles et intellectuelles.



**Figure 22 :** Apprentissage selon la pédagogie Steiner-Waldorf.  
(Source : <https://editionsdespetitspas.com>)

**Forest Schools** : apprentissage en plein air, en lien direct avec la nature, pour stimuler curiosité, autonomie et responsabilité.



**Figure 23 :** Apprentissage selon la pédagogie Forest Schools. (Source : <https://www.lebonbon.fr>)

**Écoles démocratiques (Sudbury)** : autonomie totale de l'élève dans ses apprentissages, absence de programme ou de contraintes horaires. Pédagogies actives intégrées : combinent projets interdisciplinaires, posture de chercheur, expérimentation, et coopération en petits groupes.

#### I.4.2.3. Les établissements spécialisés

Ces structures sont dédiées à l'accueil d'élèves présentant des besoins éducatifs particuliers : troubles cognitifs, déficiences sensorielles, handicaps physiques, ou difficultés comportementales. Elles mettent en œuvre des pédagogies différencierées et des dispositifs personnalisés. L'encadrement est souvent pluridisciplinaire (enseignants spécialisés, psychologues, orthophonistes, éducateurs, etc.). Certains dispositifs sont intégrés à l'école ordinaire (ULIS, classes inclusives) pour favoriser l'inclusion scolaire progressive.



**Figure 24 :** Hazelwood School.  
(Source : <https://architizer.com>)

#### I.4.2.4. L'enseignement à domicile (Instruction en famille)

Cette modalité repose sur la responsabilité des familles, qui assurent elles-mêmes la scolarisation de leur(s) enfant(s). Elle permet une personnalisation extrême des apprentissages, selon les besoins, les rythmes et les intérêts de l'enfant. Des contrôles pédagogiques réguliers sont imposés par les autorités pour garantir le respect de l'obligation d'instruction. L'enseignement à domicile peut adopter aussi bien une pédagogie classique que des approches alternatives.

#### I.4.2.5. Les établissements à pédagogie de projet

Dans ces établissements, l'enseignement est structuré autour de projets interdisciplinaires, favorisant la mise en situation concrète, l'esprit critique et la collaboration. L'élève est considéré comme acteur de ses apprentissages, en lien avec des problématiques réelles ou sociétales. Les effectifs réduits et l'accompagnement individualisé permettent un suivi fin du développement global (intellectuel, social, émotionnel). Ces structures valorisent l'autonomie, la créativité, l'écocitoyenneté et l'engagement dans des démarches collectives de recherche résume mais en gardant les titres.

Tableau 1: Type des établissements éducatifs selon les approches pédagogiques.( Source : Auteur.2025)

Type d'établissement	Approche pédagogique		Caractéristiques principales
Écoles traditionnelles	Pédagogie classique, expositive		Programme officiel, autorité du prof, notes
Les écoles à pédagogies alternatives ou actives	Écoles Montessori	Pédagogie sensorielle, autonomie	Matériel ludique, apprentissage par manipulation
	Écoles Freinet	Coopération, expression libre	Travail en équipe, pédagogie active
	Écoles Steiner-Waldorf	Développement global, éveil artistique	Approche holistique, rythmes adaptés
	Écoles nature (Forest School)	Apprentissage en lien avec la nature	Activités en extérieur, lien au vivant
	Écoles Sudbury / démocratiques	Apprentissage autogéré	Liberté totale, responsabilité individuelle
Établissements spécialisés	Adaptation aux besoins spécifiques		Encadrement renforcé, inclusion progressive
Enseignement à domicile	Scolarité sur mesure		Flexibilité, contrôle pédagogique annuel
Écoles à pédagogie de projet	Apprentissage actif, transdisciplinarité		Projets, posture de chercheur, classes réduites

## **I.5.Normes architecturales des établissements éducatifs**

Les normes architecturales relatives à la conception des établissements éducatifs présentées ci-dessous sont établies conformément aux recommandations formulées par l'UNESCO (1995) dans son Guide de conception des bâtiments éducatifs : Projet 702/MOR/10. Ce guide propose des critères essentiels en matière d'implantation, de flexibilité, de densité, d'orientation, ainsi que de conception des salles de classe, visant à garantir un cadre scolaire sécurisé, fonctionnel et adaptable

### **I.5.1.Implantation**

L'établissement éducatif doit être construite dans la zone la plus densément peuplée. Le terrain choisi doit être constructible, sans mitoyenneté ni servitude, et éloigné des routes à fort trafic, des sources de pollution et de bruit, afin d'assurer des conditions optimales de sécurité et d'hygiène.

### **I.5.2.Flexibilité**

La conception doit permettre d'agrandir les salles de classe et d'étendre l'établissement ultérieurement. Les transformations intérieures, comme la création ou suppression de cloisons, doivent pouvoir être réalisées sans compromettre la structure du bâtiment.

### **I.5.3.Densité du plan de masse**

Il est recommandé de concentrer les locaux pour obtenir une structure compacte, évitant une implantation dispersée qui nuirait à la fonctionnalité pédagogique et à l'économie de construction.

### **I.5.3.Nombre de niveaux**

En milieu urbain, les bâtiments scolaires ne doivent généralement pas dépasser un étage au-dessus du rez-de-chaussée (R+1), pour des raisons de sécurité et de fonctionnement. Dans les zones très urbanisées, jusqu'à trois niveaux (R+2) peuvent être autorisés. En milieu rural, un seul niveau est recommandé

### **I.5.4.Orientation**

Les locaux d'enseignement sont préférentiellement orientés Nord-Sud pour limiter l'ensoleillement excessif en saison chaude. Une légère variation vers le Sud-Est est acceptable

### **Conception des salles de classe**

#### **➤ Dimensions, circulation et volume**

- Surface : 50 m<sup>2</sup> par salle, pour un maximum de 40 élèves, soit environ 1,25 m<sup>2</sup> par élève.
- Dimensions intérieures privilégiées : 7,20 m de largeur sur 7,20 m de longueur.
- Sanitaires : 1 WC pour 20 filles, et 1 WC + 1 urinoir pour 40 garçons.
- Circulation : une galerie couverte devant la façade principale est indispensable pour protéger les élèves des intempéries et faciliter la circulation, avec une rampe d'accès pour personnes à mobilité réduite (PMR).

- Volume : hauteur libre minimale de 3,00 m, offrant un volume d'air d'environ 4,55 m<sup>3</sup> par occupant (élèves et enseignant)

➤ **Ouvertures**

- Portes : situées de préférence du côté du tableau, pleines, à un seul vantail (2 m x 0,9 m), s'ouvrant vers l'extérieur.
- Fenêtres : surface vitrée représentant 10 à 15 % de la surface au sol, selon la zone climatique. Fenêtres et impostes doivent être ouvrantes, avec un éclairage bilatéral opposé pour un bon éclairage naturel et une ventilation transversale efficace. Les mécanismes d'ouverture doivent être accessibles à moins de 1,60 m du sol. Les grandes baies vitrées et l'éclairage unilatéral sont à éviter sauf pour des salles peu profondes

➤ **Revêtements**

- Murs et cloisons : couleur claire et mate, matériau lessivable, ne retenant pas la poussière.
- Plafond : plan, uni, sans corniches, peint avec une peinture similaire aux murs.
- Sol : antidérapant, étanche, résistant aux variations de température, aux chocs et aux agents chimiques

**Conclusion :**

Dans ce chapitre intitulé Les établissements éducatifs, nous avons procédé à une analyse structurée de ces institutions en explorant successivement leur définition, leur évolution historique, leurs typologies contemporaines et leur normes architecturales. Cette démarche a permis de mieux cerner le rôle central qu'occupent les établissements éducatifs dans la structuration des systèmes de formation, ainsi que dans la transmission des savoirs et la préparation des individus à leur insertion sociale et professionnelle. À travers cette approche, il est apparu que les établissements éducatifs sont des entités dynamiques, en constante évolution, qui s'adaptent aux transformations des sociétés, tant au niveau mondial qu'au sein du contexte algérien. Leur diversité morphologique, leur organisation selon les tranches d'âge et leur inscription dans des contextes historiques et culturels variés témoignent de leur capacité à se réinventer face aux exigences éducatives contemporaines. Nous avons ainsi constaté que ces structures ne cessent de se transformer pour répondre aux impératifs actuels, qu'ils soient pédagogiques, sociaux ou environnementaux. Parmi ces exigences émergentes figure notamment la question de l'adaptabilité, tant architecturale qu'ambiantale, des espaces éducatifs. Un enjeu majeur qui fera l'objet du chapitre suivant.

**CHAPITRE II :**

**L'Adaptabilité Architecturale**

**Et Ambiantale**

## **Introduction :**

Face aux mutations rapides de nos modes de vie, des besoins sociaux et des enjeux environnementaux, l'architecture contemporaine est appelée à se réinventer en intégrant des concepts d'adaptabilité. Ce chapitre propose une exploration approfondie de cette notion, en distinguant deux grandes dimensions : l'adaptabilité architecturale et l'adaptabilité ambiantale. Il est important de souligner que la notion d'adaptabilité est principalement apparue dans les recherches portant sur l'habitat résidentiel, où elle vise à rendre les logements plus flexibles et évolutifs face aux changements des modes de vie. Cependant, son application aux établissements éducatifs s'avère tout à fait pertinente. En effet, pour l'enfant, l'école ou la crèche représente un véritable second habitat, un environnement quotidien où l'adaptabilité est essentielle pour accompagner son développement, ses besoins sensoriels et ses évolutions personnelles. De plus, les éléments, les composantes et les principes de l'adaptabilité développés pour l'habitat résidentiel trouvent ici une continuité naturelle, car ils s'appliquent également aux espaces éducatifs qui doivent offrir flexibilité, modularité, confort et qualité d'ambiance pour répondre aux besoins changeants des enfants.

Dans un premier temps, nous commencerons par définir la notion générale d'adaptabilité. Ensuite, nous nous concentrerons sur l'adaptabilité architecturale, en retracant son origine et son évolution, tout en identifiant ses principaux aspects, ses concepts modernes, ses impacts, ainsi que les niveaux et composantes qui la caractérisent. L'objectif est de comprendre comment l'architecture peut être pensée pour évoluer dans le temps, répondre à des usages variés et anticiper les besoins futurs.

Dans un second temps, nous aborderons l'adaptabilité ambiantale, en mettant en lumière la notion d'ambiance architecturale et ses dimensions sensorielle et perceptuelle. Nous analyserons comment l'espace peut s'adapter aux perceptions et aux sensations des usagers, créant ainsi des environnements plus souples, sensibles et résilients.

Enfin, ce chapitre se conclura par l'étude de la correspondance entre l'adaptabilité spatiale et l'adaptabilité ambiantale, une réflexion qui constitue le dernier axe d'analyse et qui vise à montrer comment l'architecture peut conjuguer flexibilité physique et richesse sensorielle pour offrir des espaces véritablement évolutifs et accueillants.

### **II.1. Définition de l'adaptabilité**

1/L'adaptabilité c'est la capacité de s'adapter à de nouveaux milieux ou à de nouvelles situations. (Larousse 2024).

2/ Qualité d'un objet qui peut être modifié aisément en harmonie avec les changements auxquels son utilisation est soumise ou peut être soumise. (Larousse 2017).

3/Aptitude à changer, à évoluer, flexibilité. (Larousse 2017).

4/ l'étymologie du mot "adapt" remonte au début du XIV<sup>e</sup> siècle, du latin *aptus*, signifiant "approprié, adapté", puis à *adaptare* signifiant "joindre", en passant par le français moyen adapter, jusqu'à ses racines anglaises en 1610 signifiant "ajuster quelque chose à un certain but" (Harper 2001). Les définitions actuelles ont subtilement changé, "rendre approprié aux exigences ou aux conditions ; ajuster ou modifier de manière appropriée" (Random House 2010). L'adaptabilité concerne donc la capacité à être ajusté pour s'adapter à de nouvelles situations. (What is the meaning of adaptability in the building industry?)

5/L'adaptabilité se définit comme la capacité existante à s'adapter, s'ajuster et de changer en fonction de différents aspects, où les éléments peuvent être configurés, ce qui permet de modifier les composantes spatiales, fonctionnelles et technologiques sans nécessiter de perturbations significatives d'un bâtiment, ses activités en cours à l'intérieur ainsi que l'environnement extérieur. (Article Adaptability and Flexibility in Architecture Concepts & Theories Applied in Residential Architecture to Achieve Adaptability).

6/L'adaptabilité est la capacité intrinsèque à s'adapter et à s'ajuster au changement, en répondant à des usages variés, en permettant différentes configurations spatiales et fonctionnelles, et en intégrant l'évolution des technologies sans entraîner de perturbations majeures du bâtiment, des activités en cours ou de l'environnement. (Kronenburg, 2007) (Toward an Adaptable Architecture Guidelines to integrate Adaptability in the Building)

Après avoir défini le concept d'adaptabilité de manière générale, Dans le cadre de notre mémoire se concentrera sur l'adaptabilité architecturale et l'adaptabilité ambiante.

## **II.2. L'adaptabilité architecturale**

### **II.2.1. Définition**

1/ L'adaptabilité en architecture est définie comme la capacité d'un espace à changer en fonction de différents besoins à travers temps. Et au fil du temps, différents théoriciens ont proposé différentes définitions de l'adaptabilité dans Logement, en se concentrant sur divers concepts différents et cela implique plusieurs motivations et facteurs dans la conception architecturale adaptable, ainsi que les rationalisations de l'adaptabilité, ce à quoi elle répond et L'effort délibéré de différents aspects.

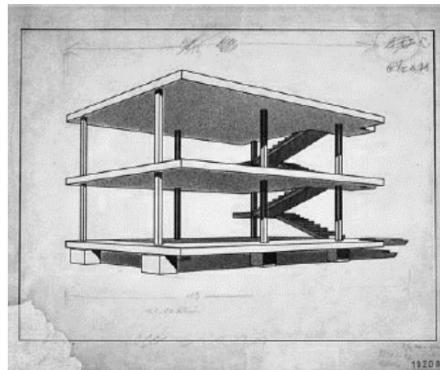
(Adaptability and Flexibility in Architecture Concepts & Theories Applied in Residential Architecture to Achieve Adaptability)

2/Capacité intégrée de modification ultérieure d'un espace de manière pérenne.  
(L'architecture adaptable, entre mutabilité et identité)

### **II.2.2. Origine et évolution de l'adaptabilité architecturale**

- Les premières formes d'adaptabilité en architecture se trouvent dans des exemples de constructions vernaculaires. Selon Schneider & Till, les premiers bâtiments à usage flexible ou adaptable étaient "vernaculaires", caractérisée par une évolution progressive permettant d'accueillir diverses fonctions tout en répondant aux transformations sociales et économiques. L'adaptabilité s'est avérée un aspect indispensable alors que les villes manquaient de ressources à la suite des catastrophes naturelles, en raison des mouvements de population causés par les guerres, des changements des taux de croissance économique et des modifications des styles de vie causées par la Première Guerre mondiale et l'émergence du modernisme européen.
- Après la Première Guerre mondiale, le logement industriel a été largement demandé. C'est pourquoi Le Corbusier a conçu le système Domino en tant que première proposition en 1914. Ce concept était basé sur une structure indépendante formée de colonnes et de planchers. Dans ce sens, en dissociant la construction de la planification de l'intérieur et

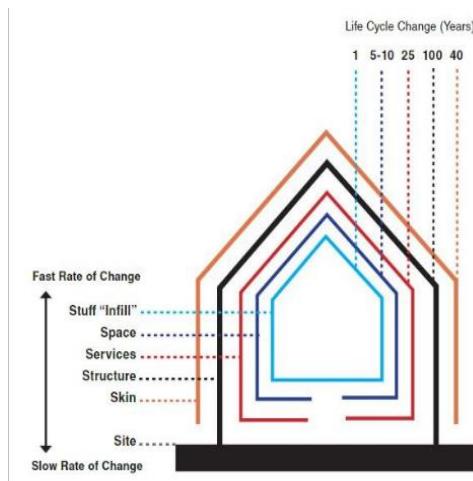
des façades étriquées, il a introduit des stratégies telles que le plan libre et la stratification. Ces stratégies deviendraient essentielles pour l'adaptabilité architecturale.



**Figure 397 :** Maison Domino du Corbusier 1914. (Source : Estaji, 2017)

- L'adaptabilité architecturale, qui s'est d'abord imposée dans le domaine du logement, a rapidement trouvé des applications dans d'autres types de bâtiments, notamment les établissements éducatifs. Dès la fin des années 1960 et plus nettement dans les années 1970, les concepts de flexibilité et de modularité qui caractérisaient les projets résidentiels ont été adaptés aux écoles, en réponse aux nouvelles théories pédagogiques et aux besoins de transformation des espaces scolaire
- La réflexion des années 1960 permet de préciser la question de l'adaptabilité lors de la théorie des supports de Habraken. Prévu pour le logement néerlandais, l'approche implique la participation active des usagers à la construction de leur propre logement en soutenant les besoins individuels ou collectifs selon des scénarios raisonnables. En parallèle de ce mouvement, un bâtiment ouvert est envisagé et soutient l'utilisation de techniques modernes et des éléments préfabriqués, y compris les structures, les remplissages et les sous-systèmes, pour assurer la transformation des espaces. Habraken et Walter Segal insistent que la formation d'adaptabilité socio-économique de l'espace ne nécessite pas des constructions techniquement complexes, mais exige des systèmes simples et des utilisateurs pour les traiter.
- Dans la continuité de cette pensée, Stewart Brand a amené une lecture hiérarchique de l'édifice en terme de couches distinctes qui s'organisent en fonction de la durée de vie et du rythme de changement de chaque composant. Selon elle, les couches, à savoir la structure porteuse, l'enveloppe externe, les services, la répartition spatiale et le mobilier, peuvent être changées indépendamment les uns des autres. Cet apport fait donc intervenir n'importe quel élément sans remettre en cause le fonctionnement de l'édifice. En fait, Brand se rend compte qu'une certaine dynamique préexiste au niveau de l'édifice en termes de modification qui attire une démarche séquentielle dès sa construction.
- Ainsi, l'adaptabilité architecturale est basée sur la polyvalence de l'usage des espaces, qui favorise l'apparition d'activités nouvelles et imprévisibles, qui répondent aux besoins mutants des utilisateurs. L'organisation et la nature des composants architecturaux sont un paramètre déterminant de l'adaptabilité, alors que les composants mobilier fonctionnent de manière indépendante et offrent une adaptation immédiate. Les éléments non porteurs sont des éléments facilement échangeables et des regroupements unijambistes, lesquels peuvent être modifiés ou remplacés, sans affecter le cadre principal.

Cette dynamique stagne et prolonge la vie du bâtiment, facilitant l'intégration de restaurations ou d'innovations.



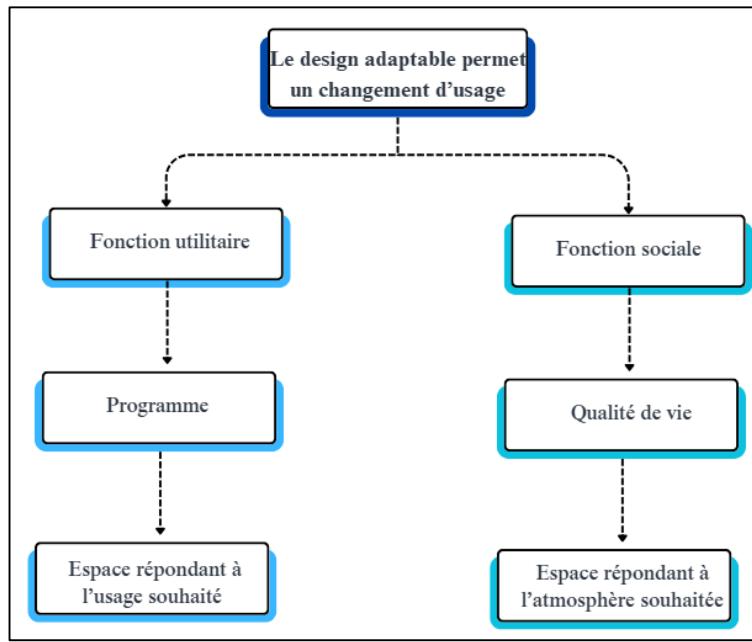
**Figure 26 :** couches en fonction des changements du cycle de vie.  
(Source : Kooi Yong Kai, 2022)

- Enfin, l'approche du bâtiment ouvert introduit la différenciation des murs en trois catégories, les murs noirs étant ceux qui ne peuvent pas être modifiés, les murs gris les murs qui peuvent être modifiés par le promoteur et les murs rouges les murs qui peuvent être modifiés par les utilisateurs. Il s'agit en fait de la hiérarchisation qui permet aux habitants de modifier leur espace de vie en fonction de l'évolution de leur besoin, qui incarne un des principes de l'adaptabilité architecturale.

### II.2.3. Aspects de l'adaptabilité architecturale

Il existe plusieurs ensembles de critères qui caractérisent l'adaptabilité architecturale en tant que telle, c'est-à-dire une approche qui n'est pas encore limitée au seul aspect fonctionnel. Les théoriciens Zee, Holmes et Estaji affirment qu'un bâtiment adaptable peut être basé, d'une part, sur l'aspect utilitaire, d'autre part, sur l'aspect social, avec les limites que ces deux approches peuvent avoir. Cette distinction est basée sur la notion de type de bâtiment, ainsi l'adaptabilité du logement, de l'environnement de travail et de l'éducation présente des caractéristiques et des exigences différentes

Dans le contexte résidentiel, l'adaptabilité signifie concevoir des espaces qui se développent avec les changements dans la façon dont les habitants utilisent. À l'inverse dans les environnements de travail, flexibilité signifie une flexibilité fonctionnelle qui permet une reconfiguration rapide de l'espace en réponse aux types de travail nécessaires, sans être personnalisé de façon permanente. Quant aux des établissements éducatifs, l'adaptabilité comprend un aménagement flexible des systèmes de pièces et des façons de faire qui soutient l'évolution de l'enseignement et de l'apprentissage ou qui doit s'adapter à la variété des pratiques d'enseignement et des chiffres d'inscription. Cet éventail d'applications de l'idée de Zee suggère une différenciation significative dans l'expérience de l'utilisateur que les espaces qui regroupent des activités peuvent fournir. Ainsi, notre définition distingue deux aspects principaux de l'adaptabilité architecturale



**Figure 27 :** Aspects du changement liés à la mise en œuvre de conceptions adaptables. (Source : Kooi Yong Kai, 2022)

- D'une part, l'aspect utilitaire, qui vise à répondre aux besoins pratiques en assurant une surface minimale suffisante pour permettre la diversité des usages.
- D'autre part, l'aspect sociale, qui s'attache à des considérations plus qualitatives, telles que la qualité de vie, le bien-être, la communication et la santé des usagers.

Ainsi, il insiste sur le fait qu'une approche exclusivement fondée sur des critères fonctionnels reste insuffisante. Une architecture véritablement adaptable doit impérativement intégrer la dimension sociale, bien que plus subjective, car elle est déterminante pour enrichir l'expérience spatiale et favoriser l'appropriation des lieux par leurs utilisateurs.

Afin de mieux cerner cette fonction sociale, Zee identifie plusieurs facteurs majeurs qui influencent la perception et l'usage des espaces. Parmi eux figurent :

- L'ambiance générale,
- La présence d'objets ou d'autres personnes,
- Les attentes culturelles,
- Les habitudes sociales,
- Les différentes étapes de la vie,
- L'étiquette sociale et les normes familiales,
- Le statut socio-économique, les valeurs et la personnalité des usagers.

#### II.2.4. Concepts modernes de l'adaptabilité

Plusieurs théoriciens distinguent l'adaptabilité architecturale en deux volets : d'une part, la flexibilité relative à l'architecture, à la société et aux fonctions, et d'autre part, celle liée à la structure, à la technologie et aux procédés constructifs. Contrairement à cette approche dualiste, Schüderi adopte une vision intégrée, articulant ces deux dimensions dans une stratégie globale. Dont l'application concrète est illustrée dans le tableau ci-dessous. Sa théorie analyse diverses

stratégies et méthodes permettant de favoriser la flexibilité et l'adaptabilité des bâtiments, tout en assurant leur évolution sur le long terme et leur rentabilité économique. Il souligne ainsi l'importance de concevoir simultanément des espaces modulables et des systèmes constructifs évolutifs, de manière à faciliter l'introduction de modifications architecturales ou techniques, et à prolonger la durée de vie et la fonctionnalité des édifices.

**Tableau 2:** Les concepts modernes de l'adaptabilité architecturale.(Source : Kooi Yong Kai,2022)

Concevoir la flexibilité	Concept	Définition
ARCHITECTURE SOCIETE ET FONCTION	<b>Extension modulaire (Plug-In)</b>	Possibilité pour un espace de s'étendre et de se transformer par l'ajout d'un nouveau composant ou module, pouvant être implanté horizontalement ou verticalement.
	<b>Fusion et séparation (Sum &amp; Split)</b>	Possibilité de connecter deux espaces adjacents pour former une seule entité ou, à l'inverse, de les séparer.
	<b>Espace partagé(Shared Room)</b>	Espace indéfini partagé entre deux utilisateurs, dont la fonction peut évoluer avec le temps en fonction des besoins réels.
	<b>Cloisons mobiles (Movable Walls)</b>	Cloisons ou murs mobiles pouvant être facilement configurés et réarrangés pour s'adapter à différentes fonctions, tant au quotidien qu'à long terme.
	<b>Éléments repliables (Folding)</b>	Éléments repliables pouvant apparaître ou disparaître dans l'espace ou hors du champ visuel, permettant de dissimuler certains éléments lorsqu'ils ne sont pas nécessaires.
	<b>Espace inachevé (Unfinished Space)</b>	Espace dont la fonction n'est pas totalement définie par l'architecte ou le concepteur, mais laissée à la décision de l'utilisateur au cours de l'exploitation du bâtiment.
STRUCTURE, TECHNOLOGIE ET CONSTRUCTION	<b>Espace neutre ( Neutral Space)</b>	Espaces neutres, sans affectation fonctionnelle précise, permettant aux utilisateurs de déterminer librement leur usage, et de s'adapter à des besoins variés sans privilégier un type d'activité particulier.
	<b>Construction sèche (Dry Construction System)</b>	Utilisation de systèmes de construction sèche permettant de réduire les coûts, le temps de construction et les impacts environnementaux, tout en favorisant la réutilisation et la récupération des composants pour prolonger la durée de vie du bâtiment.
	<b>Optimisation structurelle (Structural Optimization)</b>	Optimisation des composants constructifs afin de simplifier et d'alléger les structures, en exploitant pleinement les technologies et matériaux innovants disponibles.
	<b>Trames et grilles (Frames &amp; Grids)</b>	Mise en place de structures basées sur des grilles simples ou des trames modulaires ("grillage d'or") permettant d'envisager facilement des extensions ou des modifications futures.
	<b>Nouveau modèle d'habitat préfabriqué (A New Model of Prefabricated Housing)</b>	Modèle d'habitat préfabriqué offrant aux utilisateurs la possibilité de choisir les unités les mieux adaptées à leur mode de vie, favorisant ainsi la flexibilité.
	<b>Autoconstruction (Self-Building)</b>	Conception d'espaces relativement grands et ouverts que les utilisateurs peuvent aménager eux-mêmes en fonction de leurs besoins spécifiques et individualisés.

## **II.2.5. Les principaux impacts et résultats de l'Architecture Adaptable**

Cela peut être décrits comme les objectifs intentionnels auxquels vise la conception adaptable. En d'autres termes, il s'agit du résultat recherché par les concepteurs et les architectes dans la mise en œuvre d'une conception adaptable. Les points suivants illustrent certains des effets et des résultats de l'architecture adaptable :

### **II.2.5.1. Fonction et utilité intérieure**

L'impact le plus fondamental de l'adaptabilité réside dans la fonction utilitaire d'un espace. Elle permet d'adapter un espace à différents usages en fonction des besoins évolutifs des utilisateurs au fil du temps.

### **II.2.5.2. Environnement intérieur**

Les adaptations influencent à la fois l'environnement externe et interne d'un bâtiment. Des aspects tels que l'éclairage, l'acoustique, la ventilation et le confort thermique d'un espace intérieur sont directement affectés par l'adaptabilité.

### **II.2.5.3. Perméabilité**

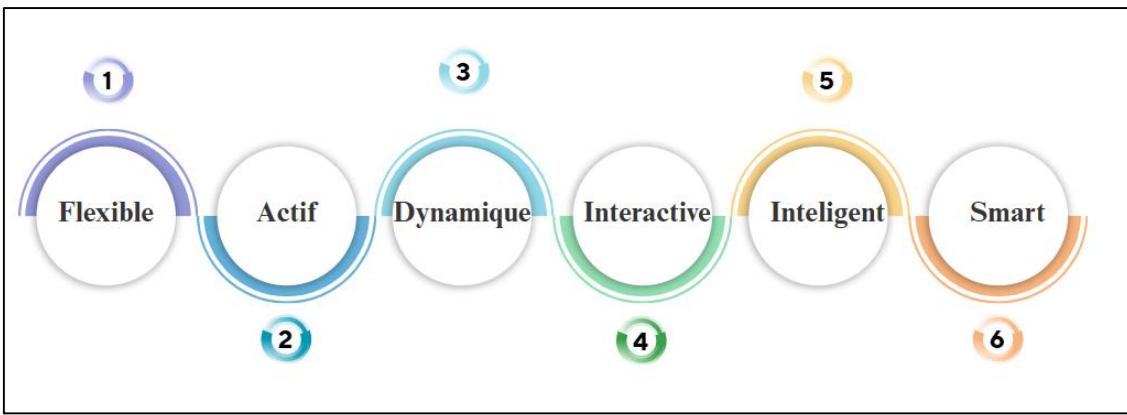
L'adaptabilité a également des effets environnementaux liés à la perméabilité. Cette perméabilité peut être modulée de plusieurs manières : en ouvrant des portes et des passages qui permettent à l'utilisateur d'emprunter un itinéraire donné ou non selon des circonstances données. L'effet inverse peut être obtenu en fermant l'accès à certains endroits, ou en permettant une perméabilité plus ou moins fréquente et sélective, permettant uniquement à un nombre défini d'utilisateurs de marcher, regarder ou interagir avec un espace donné. La perméabilité des configurations spatiales architecturales joue un rôle important dans la détermination de l'organisation d'un lieu.

### **II.2.5.4. Effets sur les habitants**

L'impact sur les habitants est souvent le facteur clé qui motive la mise en œuvre de l'adaptabilité en architecture. Les bâtiments adaptables influencent non seulement la manière dont les individus ou les groupes utilisent un espace, mais aussi leur perception de celui-ci. Cela inclut des aspects tels que les modes de vie, les cultures, les interactions sociales et les comportements des utilisateurs.

## **II.2.6. Les niveaux de l'Architecture Adaptable**

Au fil des années, l'adaptabilité est devenue un terme largement reconnu, avec un développement substantiel du nombre de publications traitant de l'adaptabilité dans le contexte du bâtiment. Parallèlement à l'augmentation du nombre de bâtiments adaptables de différents niveaux d'adaptation, certains étant simples avec une manipulation par l'utilisateur, et d'autres très complexes utilisant différents niveaux de technologies.



**Figure 28 :** Les niveaux de l'adaptabilité architecturale. (Source : Auteur, 2025)

#### II.2.6.1. La flexibilité

Le premier niveau d'adaptabilité architectural est défini comme la flexibilité. Il permet un ajustement manuel de certains éléments du bâtiment, tels que les fenêtres à lames orientables. Il nécessite l'intervention de l'utilisateur, ces éléments étant incapables d'évoluer de manière autonome. Scuderi mentionne également les stratégies d'articulation, qui comprennent les éléments mobiles ou modulables. Un exemple de mobilier architectural propice à l'articulation est les panneaux coulissants dans l'architecture traditionnelle japonaise, qui sont connus pour permettre un réarrangement fréquent de l'espace selon les besoins. Une application contemporaine est la maison Naked de Shigeru Ban. Les panneaux coulissants sont associés à des éléments mobiles plus radicaux, comme des modules de chambre sur roulettes et des cloisons en tissu nylon qui maximisent la flexibilité de l'espace.



**Figure 401 :** la maison Naked de Shigeru Ban. (Source : <https://www.modularart.ch>)

#### II.2.6.2. Actif

Les éléments actifs dans le bâtiment sont des changements spécifiques déclenchés par une réaction pré définie, nécessitant une action de l'utilisateur. Ce principe est comparable à un interrupteur : l'utilisateur agit, et une fonction précise est exécutée, comme allumer ou éteindre une lumière. Cette adaptation repose fortement sur l'électricité. Parmi les exemples, on trouv\*<sup>e</sup>:

- Les dispositifs de protection solaire de façade commandés par l'utilisateur
- Les portes et cloisons coulissantes automatiques.

Un exemple marquant est la Sliding House de dRMM architects, où l'ensemble de la façade est mobile, transformant ainsi le bâtiment selon les saisons, la météo ou les préférences de ses occupants



**Figure 30 :** Sliding House de dRMM architects. (Source : <https://drmmstudio.com>)

### II.2.6.3. Dynamique

Les éléments dynamiques d'adaptation offrent la possibilité de produire différents résultats à partir d'un même déclenchement. La relation action-réaction n'est plus fermée : une seule action peut entraîner plusieurs réponses possibles au sein d'un même système, contrairement au niveau actif qui n'aboutissait qu'à un seul résultat. Ces différentes options sont prédefinies et reposent sur la technologie informatique, introduite dans les bâtiments depuis les années 1980.

La Sharifi-ha House à Téhéran, conçue par Next Office, illustre ce principe. Elle comporte trois volumes superposés, capables de pivoter, ce qui modifie la perméabilité de la façade selon les saisons, l'heure de la journée ou les besoins fonctionnels. Cela permet d'ajuster la surface vitrée et de mieux protéger l'intérieur des variations climatiques



**Figure 31 :** La Sharifi-ha House à Téhéran. (Source : <https://edition.cnn.com>)

### II.2.6.4. Interactive

Un pas supplémentaire est franchi avec l'architecture interactive, où les composants du bâtiment sont capables d'entretenir un dialogue bilatéral avec l'utilisateur et/ou l'environnement. Un système intégré permet ainsi une interaction continue entre le bâtiment et son usager. À ce niveau d'adaptation, les capteurs numériques jouent un rôle essentiel : ils recueillent des données environnementales ainsi que des informations internes (présence des habitants, activités), sur lesquelles reposent les adaptations automatiques. C'est le cas, par exemple, de la façade interactive des Al Bahar Towers à Abou Dhabi. La double peau de la façade, placée à deux mètres du mur extérieur sur une structure indépendante, est composée de

triangles recouverts de fibre de verre et équipés de capteurs. Ces capteurs réagissent au mouvement du soleil, réduisant ainsi les apports solaires et l'éblouissement.



**Figure 32:** Façade interactive des Al Bahar Towers à Abou Dhabi. Source : <https://www.archdaily.com>

#### **II.2.6.5. Intelligent**

Selon Collier et Thelen (2003), « un système est perçu comme intelligent non seulement s'il accepte des entrées en langage naturel plutôt que des commandes spécifiques, mais aussi s'il permet à l'utilisateur de prendre l'initiative. Un système est considéré comme intelligent s'il s'adapte aux intérêts et aux préférences d'interaction de l'utilisateur, collabore avec lui pour atteindre des objectifs précis, et utilise des sources de connaissance supplémentaires pour répondre à ses besoins » (p.3). Dans ce niveau d'adaptation, les composants du bâtiment réagissent à des stimuli externes, définis et sélectionnés par un système informatique. Le système apprend en continu des préférences de l'utilisateur ou de l'environnement, et adapte ses réponses en fonction de situations récurrentes.

#### **II.2.6.6. Smart**

Les composants architecturaux inclus dans la catégorie des « smart » sont ceux qui peuvent prendre une initiative de manière complètement autonome. Ce sont des systèmes auto-apprenants, entièrement intégrés au mode de vie, au comportement de l'utilisateur et à d'autres artefacts. Les systèmes intelligents sont des systèmes omniprésents ayant un certain niveau de connaissance, et les récentes innovations en matière d'intelligence ambiante cherchent à créer de tels systèmes. L'intelligence ambiante(IA) consiste à anticiper et à répondre aux souhaits de l'utilisateur ou aux modifications de l'environnement sans un effort conscient. L'intelligence ambiante apprend par elle-même à mieux connaître l'utilisateur, crée des relations numériques avec lui, simule la communication humaine et reconnaît et prend en compte les émotions et intuitions de l'homme.

#### **II.2.7. Les composantes de l'Architecture Adaptable**

L'architecture adaptable est basée sur la notion d'évolution des composants construits en fonctionnalités, utilisations et occupation. Avant que cela puisse être réalisé, il est essentiel pour « l'architecte d'adapter » de comprendre et de différencier les composants selon leur niveau de configuration et leur cycle de vie. La décomposition en couches de Duffy et Henney qui a été formalisée par Brand distingue six niveaux, des meubles aux « paysages ». Ces niveaux incluent des couches de mobilier, d'aménagement intérieur, de services techniques, d'enveloppe, de structure et de site, chacune se déplaçant à son propre rythme. En continuant les tendances manifestées dans « Le plan libre de Le Corbusier, où la structure portante et l'organisation spatiale sont clairement dissociées pour maximiser la flexibilité.

**Tableau 3 :** Les couches défini selon Brand et leurs durées de vie . (Source : Kooi Yong Kai,2022)

Couche	Description	Durée de vie
<b>Stuff</b>	Mobilier, remplissage d'un espace.	Quotidien – Mensuel
<b>Space Plan</b>	Aménagement intérieur	3 ans
<b>Services</b>	Câblage, plomberie	7 – 15 ans
<b>Skin</b>	Surfaces extérieures (façades)	20 ans
<b>Structure</b>	Fondations et éléments porteurs	30 – 300 ans
<b>Site</b>	Contexte géographique, emplacement urbain	Éternel

Des auteurs contemporains comme Schnadelbach et Blyth ont enrichi ce modèle en intégrant des variables spatiales et techniques adaptées aux bâtiments résidentiels de grande échelle. La combinaison de ces apports constitue aujourd’hui un cadre essentiel pour analyser et concevoir l’adaptabilité architecturale. Que nous allons maintenant expliciter en détail :

**Tableau 4 :** Les composantes de l’architecture adaptable. (Source : Source : Kooi Yong Kai,2022)

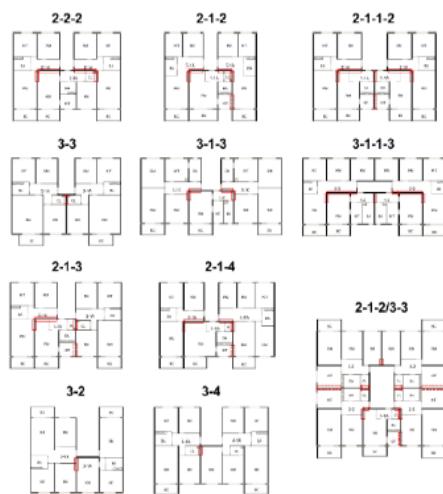
Composant	Élément
<b>Peau</b>	1. Façade
<b>Caractéristiques spatiales</b>	1. Organisation spatiale
	1. Mobilier
	2. Sol
	3. Mur
	4. Plafond
	5. Services
	6. Structure
<b>Composants et Modules</b>	
<b>Système Technique</b>	1. Technologie

### II.2.7.1. Skin (Peau)

L’adaptation des surfaces extérieures concerne généralement les façades. Les adaptations peuvent modifier l’apparence du bâtiment ainsi que ses propriétés de perméabilité et de porosité. Certaines adaptations sont purement esthétiques, influençant l’ambiance des espaces. Le facteur clé d’une “peau” adaptable est sa polyvalence, sa capacité à répondre aux changements internes du bâtiment ou aux changements environnementaux . Parmi les méthodes, on retrouve la double façade qui est indépendante des changements internes. De plus, les façades modulaires permettent de remplacer, actualiser ou intégrer de nouveaux éléments. Grâce aux avancées technologiques, les possibilités deviennent infinies : façades intelligentes qui s’adaptent seules, systèmes de stockage de chaleur latente selon les saisons, systèmes adaptatifs de gestion de la lumière naturelle, ou façades générant leur propre énergie. Ainsi, la “peau” d’un bâtiment influence aussi bien son apparence extérieure que son environnement intérieur.

### II.2.7.2. Les caractéristiques spatiales

Les caractéristiques spatiales se déclinent à deux niveaux : macro (plan d'ensemble) et micro (intérieur des unités). Cela comprend l'agencement des unités et des noyaux dans un plan typique, influençant la circulation et les hiérarchies d'espaces. Cela permet d'accueillir différents modes de vie. Une autre manière d'adaptation concerne la taille des espaces, où des parties d'un bâtiment peuvent être déployées ou rétractées, voire modifier sa forme générale. Des exemples extrêmes existent, comme le Naked House de Shigeru Ban, où plusieurs pièces mobiles sur roues modifient librement l'agencement intérieur. D'autres études portent sur l'organisation des unités dans un plan d'étage et l'analyse des connexions horizontales possibles entre différentes unités.



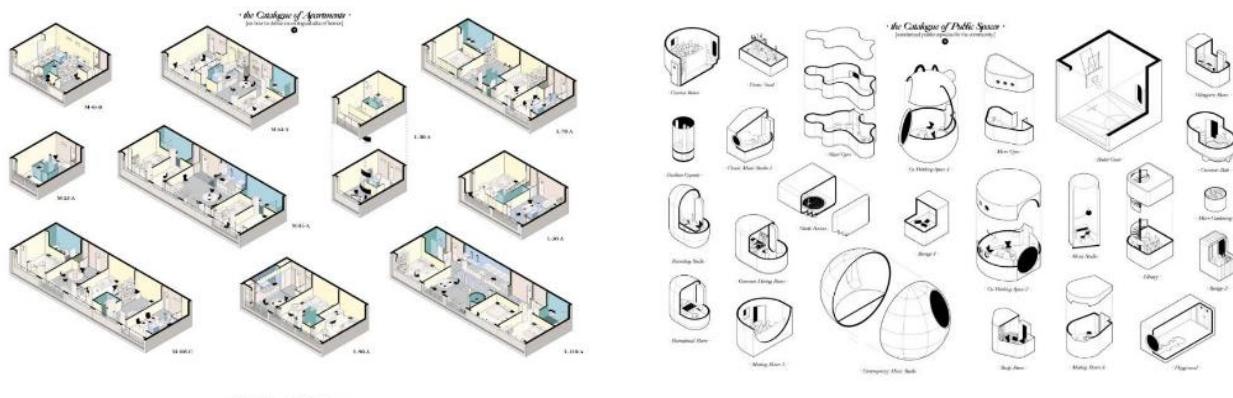
**Figure 33 :** Emplacements possibles des connexions horizontales entre les unités.  
(Source : Kooi Yong Kai,2022)

### II.2.7.3. Composants et Modules

Cette catégorie englobe les éléments tels que le mobilier, les murs, les plafonds, les sols, la structure et les services techniques. L'objectif est de favoriser la réutilisation, permettant de détacher et rattacher les éléments sans nécessiter leur remplacement systématique.

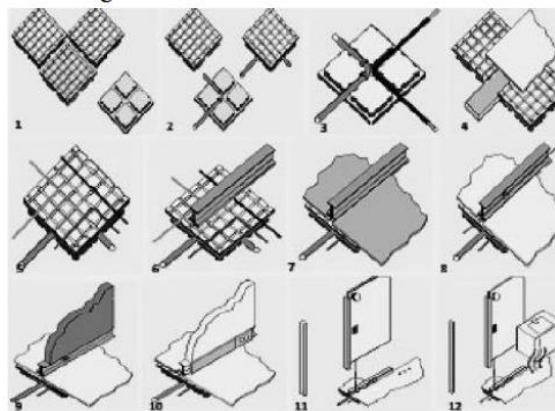
- **Mobilier** : Scuderi souligne l'importance d'éléments mobiles et non intégrés, permettant de reconfigurer l'espace au quotidien selon les besoins. Des éléments pliables ou coulissants sur rails peuvent également transformer l'espace de manière flexible, créant des environnements neutres et adaptables.

- **Murs, sols et plafonds** : Leur mobilité permet des reconfigurations spatiales horizontales et verticales (par cloisons mobiles, systèmes de "plug-in", techniques de division/séparation). L'agencement modulaire dans les immeubles d'habitation favorise l'adaptation à divers besoins sociaux et culturels



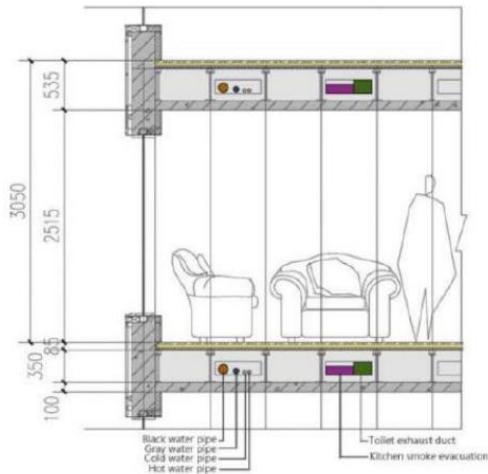
**Figure 34 :** Types d'unités modulaires et composants internes modulaires selon Patarach. (Source : Kooi Yong Kai,2022)

- **Services techniques** : Le câblage, la plomberie, la ventilation, etc., doivent être séparés de la structure pour faciliter leur maintenance et leur évolution. Nakib recommande l'organisation des services selon leurs cycles de vie et l'utilisation de composants préfabriqués modulaires ("plug-and-play"). Le système **Matura** d'Habraken propose des rainures dans sols, murs et plafonds pour organiser proprement les services.



**Figure 35 :** Le système **Matura** d'Habraken.  
(Source : Kooi Yong Kai ,2022)

- **Structure** : La structure porteuse (fondations, colonnes, poutres) doit privilégier des systèmes ouverts, inspirés de la Maison Domino de Le Corbusier. L'utilisation de systèmes préfabriqués industriels (IBS) facilite l'adaptation et réduit les déchets. Les fondations doivent anticiper d'éventuelles extensions futures. Une innovation notable est le **système de poutres inversées** : les services techniques sont intégrés dans les structures basses, libérant les plafonds pour des reconfigurations aisées sans perturber les réseaux techniques.



**Figure 36 :** le système de poutres inversées.  
(Source : Kooi Yong Kai, 2022)

#### II.2.7.4. Système Technique

Le dernier élément de l'adaptation concerne les systèmes techniques, incluant capteurs, actionneurs et logiciels. Ces technologies permettent d'activer des transformations sans intervention humaine directe. Elles ne sont pas indépendantes, mais viennent compléter des éléments architecturaux pour en accroître la capacité d'adaptation, donnant naissance à des composants dynamiques et intelligents. Cependant, cette intégration technologique présente aussi des risques : certains projets privilégient la performance technique au détriment de la qualité architecturale et de l'usage social. Scuderi et d'autres auteurs rappellent que la technologie doit rester un moyen d'améliorer l'adaptabilité, non une finalité en soi.

De plus, si l'architecture adaptable vise à laisser place aux évolutions imprévues dans le temps, les systèmes technologiques, en imposant des réponses fixes et immédiates, peuvent paradoxalement limiter l'adaptabilité sur le long terme.

### II.3. L'adaptabilité ambiante

#### II.3.1. Définition

##### II.3.1.1. L'ambiance

1/ Ensemble des caractères définissant le contexte dans lequel se trouve quelqu'un, un groupe ; climat, atmosphère (Larousse)

2/ Étymologiquement le terme ambiance est dérivé du latin ambiens, participe présent du verbe ambire (latin) : entourer, environner.

3/ D'après le dictionnaire encyclopédie 2000 l'ambiance est « Atmosphère qui existe autour de qqn, dans un lieu, dans une réunion : une bonne ambiance (syn. climat) "l'ambiance constitue la base continue du monde sensible"

4/ Selon Hégron. G, Torgue. H : « La notion d'ambiance nous permet d'échapper précisément à une trop stricte opposition sujet/objet, c'est-à-dire d'éviter la séparation entre la perception du milieu par un usager et l'objet perçu. Elle articule la connaissance des phénomènes

physiques en présence, leurs interactions avec la forme construite, les usages des espaces architecturaux et urbains, la perception de l'usager et ses différentes représentations »

### II.3.1.2. L'ambiance architecturale

L'ambiance architecturale se définit comme le rapport établi entre un signal physique, émis ou modulé par un dispositif, et un individu qui le perçoit à travers ses organes sensoriels, produisant une réaction mentale et/ou corporelle. Ce rapport ne constitue une ambiance que si la perception est effective et provoque une réaction de la part de l'usager, dans un contexte spatial donné. (About the notion of ambience A. Belakehal)

Nous détaillerons ces relations à travers le schéma suivant :

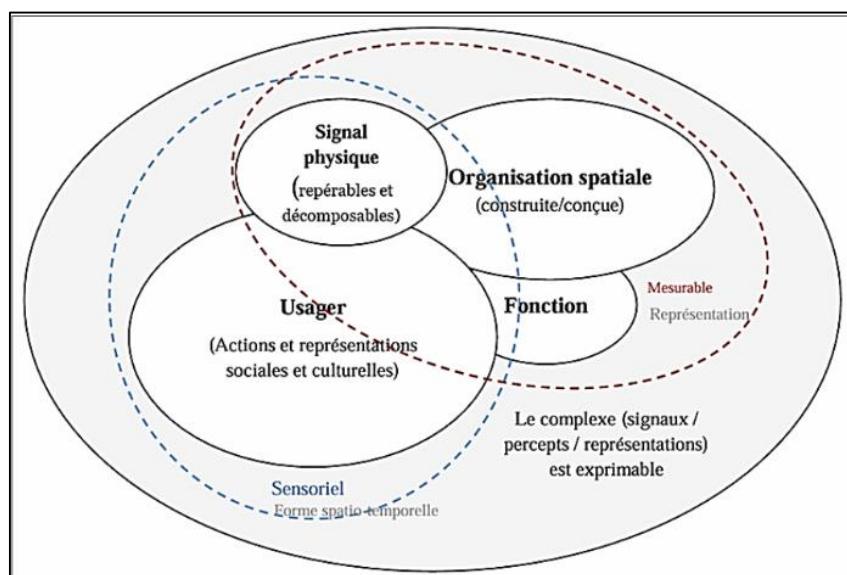


Figure 37 : Notion de l'ambiance architecturale. (Source:Daiche.AM, 2022)

Configuration ou organisation spatiale La notion d'ambiance dépasse une échelle spatiale déterminée ; elle revêt une dimension trans-scalaire, s'appliquant aussi bien à des espaces dits « ordinaires » qu'à des espaces davantage « scénographies »

Fonction ou usage : L'ambiance d'un espace est désormais un sujet d'étude spécifique ; elle ne peut plus être considérée comme figée à un instant donné, mais doit évoluer en réponse aux transformations naturelles, climatiques et sociales du cadre de vie.

Usager : La relation entre l'occupant et l'espace constitue un aspect essentiel de la notion d'ambiance. Cette dernière permet d'établir un lien entre la perception du milieu par l'usager et l'objet perçu.

Le signal physique : L'ambiance englobe l'ensemble des éléments sensoriels (lumière, chaleur, son, vent, odeurs, etc.), chacun contribuant à une perception fragmentée. L'esprit humain recompose ensuite ces informations pour appréhender l'ambiance dans sa globalité.

### II.3.1.3. Adaptabilité ambiantale

Le terme d'adaptabilité ambiantale, bien qu'il ne soit pas spécifiquement défini dans les dictionnaires classiques, peut être précisé en s'appuyant sur la notion d'adaptabilité telle que

nous l'avons précédemment définie. Ainsi que sur les notions d'ambiance et d'ambiance architecturale que nous avons également clarifiée

D'un point de vue conceptuel, l'adaptabilité ambiantale L'adaptabilité ambiantale peut être comprise comme la capacité de l'individu (l'usager) à ressentir, interpréter, et s'adapter à l'ambiance d'un lieu, qui reflète la multi dimensionnalité des sensations et des impressions issues des caractéristiques physiques, sensorielles et sociales de l'environnement bâti. Il s'agit d'une notion interdisciplinaire manifestée par des domaines aussi divers que l'architecture, le design, la psycho-environnementale, les neurosciences, et la sociologie. Son périmètre est plus large que la simple adaptation fonctionnelle à l'environnement du comportement humain ; il intègre l'aspect sensible et perceptif, déterminant le bien-être, la qualité de vie et la dynamique d'appropriation et d'investissement de l'espace usager

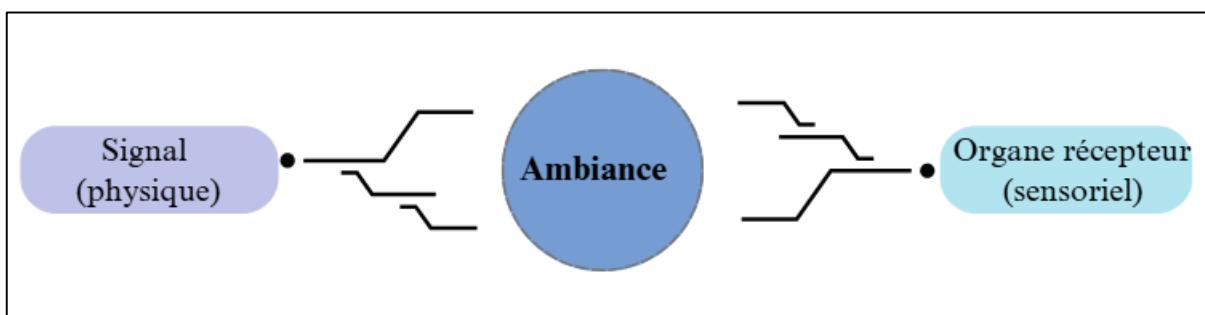
### II.3.2. Les Approches de l'adaptabilité ambiantale

L'adaptabilité ambiantale s'appuie sur la prise en compte de l'ambiance sensorielle et de l'ambiance perceptuelle. Ces deux dimensions participent à la création d'espaces capables de s'ajuster aux besoins et aux expériences des usagers.

#### II.3.2.1. L'ambiance sensorielle

##### ➤ Definition de l'ambiance Sensorielle

L'ambiance sensorielle désigne l'ensemble des phénomènes immédiatement sentis par l'être humain, par le biais des organes sensoriels, en réaction aux stimuli physiques issus de l'émission de l'espace architectural ou urbain.



**Figure 38 :** Qualification de l'Ambiance en référence au signal physique ou bien à l'organe récepteur.  
(Source : A. BELAKEHAL, 2016)

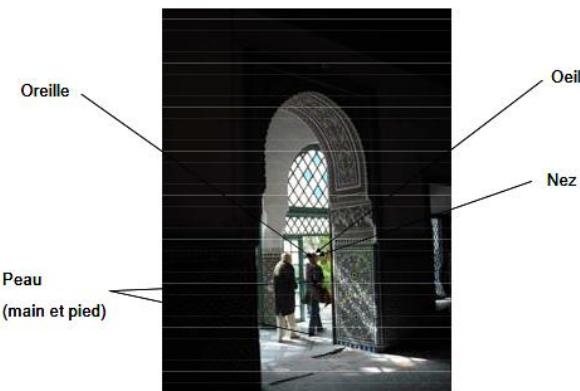
Deux approches permettent de décrire cette ambiance :

- **Par le signal physique** : c'est ce que l'environnement émet (par exemple : lumière, son, odeur, température, texture).
- **Par l'organe sensoriel** : c'est par quel sens humain le signal est capté (par exemple : l'œil pour la lumière, le nez pour les odeurs, la peau pour la température).

Dans les deux cas, l'ambiance sensorielle reste au niveau physiologique, c'est-à-dire au niveau des réceptions immédiates du corps, sans encore mobiliser l'interprétation consciente.

## ➤ Les Organes Sensoriels et Leur Rôle dans l'Ambiance

Les organes sensoriels jouent un rôle fondamental dans la perception de l'ambiance d'un espace. Ils captent des informations spécifiques qui influencent notre ressenti global. Comprendre leur fonctionnement permet d'affiner l'aménagement et la conception des lieux pour offrir des expériences plus riches et adaptées.



**Figure 39 :** Identification des organes récepteurs à l'origine de la qualification de l'Ambiance. (Source : A. BELAKEHAL, 2016)

### ➤ L'Œil :

La vue constitue le sens prédominant dans la perception architecturale. À travers l'œil, l'individu ressent la lumière, les couleurs, les formes, les volumes et les textures. De cette manière, l'ambiance visuelle est formée de facteurs tels que l'intensité de la luminescence, la hiérarchie des contrastes d'ombre et de lumière, la palette chromatique des matériaux et l'organisation des formes spatiales.

### ➤ L'Oreille :

L'oreille attentive à l'espace perçoit les sons du bruit de fond à la musique en passant par les silences et les échos. L'ambiance sonore est marquée par la résonance des matériaux, l'isolation phonique, le temps de réverbération des sons ambiants et des musiques ou événements sonores architecturaux.

### ➤ Le Nez :

Capable de détecter les odeurs présentes dans l'espace, le nez est l'organe qui nous permet de capter la qualité de l'espace olfactif. L'ambiance olfactive, bien que souvent ignorée dans la conception architecturale, a un effet profond et immédiat sur l'expérience sensorielle de l'espace. Les odeurs de matériaux – bois, béton, cuir, le végétal ou l'humain (odeur de la cuisine, d'artisanat, etc.) sont les odeurs d'activités qui définissent l'identité olfactive du lieu.

### ➤ La Peau :

À travers la peau, et notamment via le toucher des mains et des pieds, l'individu perçoit les textures, les températures, et parfois même les vibrations de l'espace. L'ambiance tactile est

façonnée par le choix des matériaux de revêtement, leur rugosité ou leur douceur, ainsi que par les variations thermiques de l'environnement.

➤ La Langue :

Bien que moins mobilisée dans les expériences architecturales classiques, la langue participe à l'ambiance gustative, particulièrement dans des lieux spécifiques tels que les restaurants, les marchés alimentaires ou les espaces liés à la gastronomie. Le goût, combiné aux odeurs, renforce la mémoire sensorielle des espaces.

➤ **Typologie des Ambiances Sensorielles selon le Signal**

En fonction de la nature des signaux physiques transmis par l'environnement bâti, on distingue plusieurs types d'ambiances sensorielles :

➤ **L'Ambiance Lumineuse**

**L'ambiance lumineuse** résulte de l'interaction complexe entre la qualité de la lumière (naturelle ou artificielle), la distribution des ombres, l'intensité de la clarté, la gestion de l'éblouissement et le degré d'intimité lumineuse offert par l'espace. La lumière joue un rôle fondamental dans la mise en scène architecturale : elle révèle les textures, accentue ou adoucit les formes, crée des rythmes visuels et guide les déplacements. Selon son intensité, sa couleur, son orientation et sa variation au cours de la journée, la lumière peut rendre un espace accueillant, stimulant, apaisant ou au contraire oppressant. En modulant les contrastes entre ombre et lumière, en filtrant ou en orientant les flux lumineux, l'architecture crée des atmosphères spécifiques qui influencent la perception spatiale et impactent directement l'humeur, la concentration, ou le niveau de confort psychologique des usagers.



**Figure 40 :** Ambiance Lumineuse. (Source : <https://www.clubic.com>)

➤ **L'Ambiance Sonore**

**L'ambiance sonore** est façonnée par la présence de bruits, de sons organisés ou de silences, chacun contribuant à définir la qualité de l'environnement acoustique. Elle structure l'espace

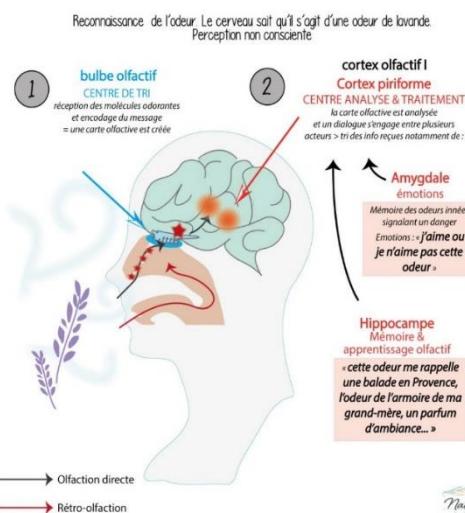
auditif en donnant une identité sonore aux lieux, en marquant des rythmes ou en créant des zones de calme ou d'activité. Le traitement sonore d'un espace influence directement le confort des usagers : des sons harmonieux ou des niveaux sonores maîtrisés favorisent la détente, la concentration et le bien-être, tandis que des nuisances acoustiques excessives peuvent générer stress, fatigue, voire une sensation d'oppression. Les matériaux utilisés, la configuration spatiale, ainsi que la gestion des sources sonores (naturelles ou artificielles) participent à la construction de cette ambiance. Le silence, en particulier, n'est pas une absence neutre : il peut être porteur de sérénité ou, au contraire, devenir lourd et anxiogène selon le contexte spatial et émotionnel.



**Figure 432 :** Ambiance acoustique.(Source : <https://soundcloud.com>)

## ➤ L'Ambiance Olfactive

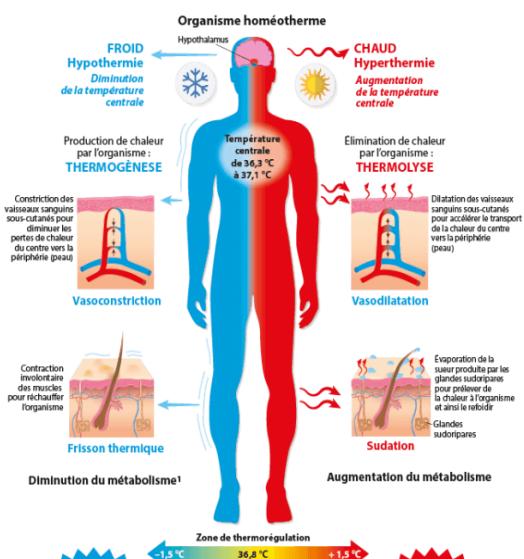
**L'ambiance olfactive** se construit à partir des odeurs présentes dans un espace, qu'elles soient d'origine naturelle (plantes, terre, bois, humidité) ou artificielle (produits de nettoyage, cuisson, matériaux synthétiques). Ces perceptions olfactives jouent un rôle essentiel dans la manière dont un lieu est ressenti : elles peuvent susciter des émotions immédiates, raviver des souvenirs enfouis (phénomène de mémoire olfactive) et renforcer le sentiment de familiarité, d'appartenance ou de confort. À l'inverse, des odeurs désagréables, trop fortes ou perçues comme artificielles peuvent provoquer un malaise, un rejet, voire altérer durablement la qualité perçue de l'espace. L'ambiance olfactive participe donc pleinement à l'expérience sensorielle globale d'un lieu, en agissant de manière subtile mais puissante sur l'humeur, le bien-être, et la mémoire des usagers



**Figure 42 :** Processus de reconnaissance olfactive.  
(Source : <https://nathalie-faggianelli.fr>)

## ➤ L'Ambiance Thermique

**L'ambiance thermique** concerne l'ensemble des sensations de chaleur ou de fraîcheur perçues par le corps, en particulier par la peau. Elle est influencée par plusieurs facteurs tels que la température ambiante, les mouvements d'air (vent naturel, ventilation artificielle), l'humidité ou la sécheresse de l'atmosphère, ainsi que par les variations locales de température (proximité d'une surface chaude, courants d'air froids, etc.). Ces paramètres thermiques agissent directement sur le confort corporel et conditionnent la manière dont l'espace est vécu : une température agréable favorise la détente et l'appropriation du lieu, tandis qu'un inconfort thermique (trop chaud, trop froid, trop humide ou trop sec) peut entraîner fatigue, agitation ou rejet de l'espace. L'ambiance thermique est donc essentielle pour le bien-être des usagers et peut être modulée par des choix architecturaux (orientation, matériaux, épaisseur des parois, présence de végétation, dispositifs de ventilation naturelle ou mécanique) qui permettent de réguler les échanges thermiques entre le corps et l'environnement



**Figure 43 :** Les effets de la température sur la santé. (Source : <https://www.annabac.com>)

## ➤ L'Ambiance Formelle

**L'ambiance formelle** englobe la perception des formes, textures, lignes et couleurs qui composent l'environnement spatial. Ces éléments, qu'ils soient visuels ou tactiles, jouent un rôle essentiel dans la manière dont un espace est perçu et apprécié. Les formes et les lignes définissent les contours de l'espace, créant des volumes, des perspectives et des repères qui orientent l'usager et structurent sa relation avec le lieu. Les textures, qu'elles soient lisses, rugueuses, souples ou dures, influencent la manière dont un espace est ressenti au toucher, et elles peuvent également véhiculer des sensations d'intimité, de confort ou d'austérité. Les couleurs, qu'elles soient douces ou vives, froides ou chaudes, apportent une dimension émotionnelle forte. Elles peuvent apaiser, stimuler ou créer un contraste visuel marquant, impactant directement l'humeur et l'énergie perçue dans l'espace. La combinaison de ces éléments visuels et tactiles participe à la reconnaissance immédiate de l'espace, de ses fonctions et de son identité esthétique. Ils permettent de donner une ambiance unique, où la perception de l'harmonie ou du chaos, de la sérénité ou de la vivacité, découle directement de l'interaction entre les matériaux, les couleurs et la forme architecturale.

### II.3.2.2. L'ambiance Perceptuelle :

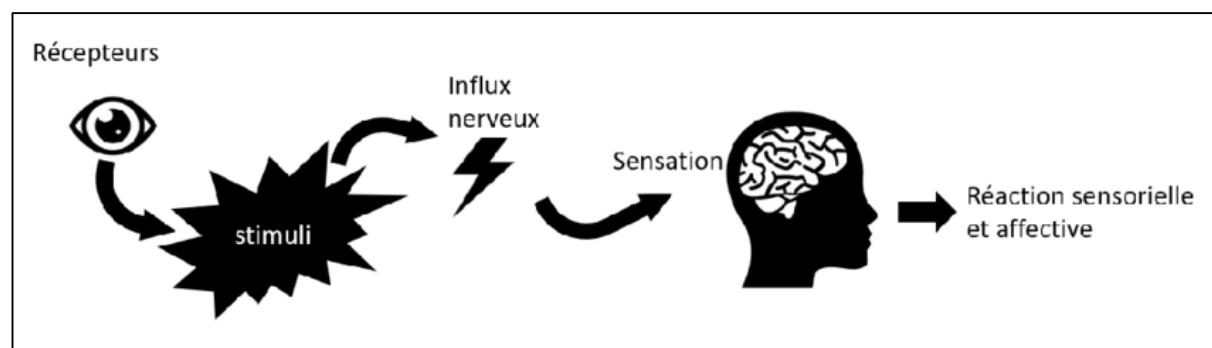
#### ➤ **Definition:**

L'ambiance perceptuelle désigne l'expérience sensible que vit un individu lorsqu'il est exposé à un environnement donné. Elle ne se limite pas à la simple réception d'un signal physique, mais intègre la manière dont ce signal est interprété et ressenti par la personne, en fonction de son état émotionnel, de ses souvenirs, de son bagage culturel et de son contexte d'interaction avec l'espace. Selon Thibaud (2001), l'ambiance perceptuelle constitue ainsi une interface entre les propriétés objectives de l'environnement et les subjectivités humaines. Elle résulte d'un rapport intime entre un stimulus physique et une réponse mentale, émotionnelle ou corporelle. Cette approche dépasse la perception sensorielle immédiate pour s'attacher à l'expérience vécue de l'espace.

#### ➤ **Le Processus de Perception :**

La perception est même un processus cognitif complexe et dynamique qui peut être divisé en trois étapes fondamentales : **réception des stimuli**, leur **traitement cognitif** et enfin, leur **interprétation**.

Premièrement, les récepteurs sensoriels tels que les yeux, les oreilles ou la peau saisissent les signaux de l'environnement. Ces informations sont ensuite traitées par le cerveau qui les interprète selon des modèles cognitifs précédents qui dépendent de l'expérience passée et de la mémoire individuelle. Par conséquent, la perception ne doit pas être considérée comme la simple reproduction neutre du réel, mais comme un phénomène actif et sélectif qui est façonné par le sujet observant lui-même. Il en résulte une sorte de construction mentale qui dépend de l'expérience personnelle. En effet, Gibson affirme que l'individu n'est pas un simple récepteur passif, mais sélectif passant qu sur certains stimuli en fonction de l'intention et de l'attention. Ce processus actif de sélection et d'interprétation aide l'individu à se créer ses propres stimuli perçus qui peuvent différer de la réalité objective.



**Figure 44 :** Le processus de perception. (Source : <https://www.researchgate.net>)

## ➤ **La Variabilité de la Perception**

Il est essentiel de souligner que la perception d'une ambiance est essentiellement subjective et varie considérablement d'un individu à l'autre. Un seul et même espace peut être ressenti différemment en fonction d'une variété de facteurs, y compris les caractéristiques personnelles, l'humeur du moment, l'origine culturelle et d'autres. Ainsi, par exemple, un espace large et lumineux peut inspirer un sentiment de liberté et de libération à une personne et de froid et de distanciation à une autre, en fonction de l'humeur ou de l'expérience précédente.

Cette variabilité perceptive reflète la nature dynamique et fluide de l'expérience architecturale, où chaque interaction avec un espace donné génère une perception individuelle unique en constante évolution. Selon Thibaud (2002), chaque parcours, chaque déplacement à l'intérieur de l'espace modifie l'expérience et actualise différemment l'ambiance. En d'autres termes, la perception d'un lieu n'est pas figée : elle se construit au fur et à mesure des mouvements et des interactions. Cela signifie donc que toute tentative de normalisation et de généralisation de la perception est vouée à l'échec, car, en réalité, elle est d'ordre strictement individuel et parfois de l'ordre de l'instantané.

Par conséquent, l'expérience architecturale ne peut être pleinement comprise qu'en prenant en compte cette multiplicité de perceptions, liées à l'histoire, à l'état d'esprit et aux attentes des individus.

## ➤ **Facteurs influençant la Perception des Ambiances**

### ➤ **Facteurs personnels**

Les perceptions sont influencées par des caractéristiques individuelles telles que l'âge, les capacités physiologiques et l'expérience personnelle. Par exemple, l'acuité visuelle diminue généralement avec l'âge, ce qui modifie la manière dont la lumière et les détails d'un espace sont perçus. De plus, les expériences vécues d'un individu, qu'elles soient liées à son environnement ou à son histoire personnelle, influencent la manière dont il interprète certains stimuli sensoriels.

### ➤ **Facteurs culturels et sociaux**

Les repères culturels et sociaux orientent notre perception. Les couleurs, les bruits ou les parfums ne portent pas les mêmes sens d'une société à l'autre. Ainsi, le blanc évoque l'innocence dans les pays occidentaux, alors qu'il symbolise le chagrin dans certaines régions d'Asie (Hall, 1966). Un même élément peut donc être compris différemment selon les usages et les croyances de chacun.

### ➤ **Facteurs contextuels**

L'atmosphère d'un lieu se définit aussi par ses conditions immédiates : l'éclairage naturel, qui évolue avec l'heure, transforme l'espace, tout comme la chaleur ou les sons environnants. Une lumière tamisée à l'aube apporte une douceur particulière, tandis qu'un soleil éclatant à midi peut donner une impression de rigueur. Ces nuances jouent sur notre ressenti dans un environnement donné.

### ➤ **Facteur émotionnel**

La perception d'une ambiance implique également une dimension émotionnelle profonde. Les ambiances architecturales, par des éléments tels que la lumière, la texture, le son ou la température, peuvent susciter une large gamme d'états affectifs, allant de l'apaisement à

l'excitation, de l'inquiétude à l'émerveillement. Comme le souligne Pallasmaa (2005), l'architecture ne doit pas être considérée uniquement comme un art visuel, mais comme une expérience multisensorielle capable d'affecter l'individu dans sa globalité corporelle et émotionnelle. Ainsi, l'ambiance d'un espace devient un véritable levier de communication émotionnelle entre l'espace et ses occupants, influençant leur état d'esprit et leur interaction avec l'environnement. La manière dont un lieu est perçu émotionnellement peut renforcer le sentiment d'appartenance, de confort, ou au contraire, provoquer des sentiments de malaise ou d'inconfort.

#### **II.4. Correspondance entre les deux dans l'espace architecturale et ambiantale**

L'adaptabilité architecturale et l'adaptabilité ambiantale se complètent parfaitement pour créer des espaces qui répondent aux besoins sensoriels et perceptuels des usagers. Si l'adaptabilité architecturale permet d'ajuster la lumière, l'acoustique ou la température de l'espace, elle impacte également la perception de l'environnement, en modifiant la spatialité, les émotions ou la relation entre l'utilisateur et l'espace. Par exemple, les systèmes interactifs permettent de moduler non seulement les éléments sensoriels comme la lumière ou le son, mais aussi la perception de l'espace, en influençant l'atmosphère émotionnelle ou cognitive. En combinant ces deux dimensions – sensorielle et perceptuelle – l'architecture adaptable crée des ambiances personnalisées, offrant à chaque utilisateur une expérience unique, à la fois fonctionnelle et émotionnellement agréable.

**Tableau 5** : Correspondance entre les deux dans l'espace architecturale et ambiantale.

Niveau d'Adaptabilité Architecturale	Correspondance avec l'Adaptabilité Ambiantale	Exemple
<b>1. Flexibilité architecturale</b>	La flexibilité architecturale permet de reconfigurer l'espace (murs mobiles, cloisons modulables), influençant non seulement la lumière, l'acoustique et la température, mais aussi la perception générale de l'espace (spatialité, volume, relation avec l'environnement).	Les cloisons mobiles ajustent la répartition de l'espace, influençant la perception de l'acoustique, la luminosité et la température dans différentes zones.
<b>2. Adaptabilité active</b>	L'adaptabilité active permet à l'utilisateur de modifier des éléments comme la lumière ou l'acoustique (ex : stores, volets), impactant non seulement le confort sensoriel, mais aussi la perception de l'espace selon les activités ou émotions de l'utilisateur.	Des stores ou volets commandés permettent d'ajuster l'intensité lumineuse dans un espace, modifiant ainsi l'ambiance lumineuse et thermique.
<b>3. Adaptabilité dynamique</b>	L'adaptabilité dynamique ajuste l'environnement en fonction des stimuli externes (capteurs). Cela affecte non seulement les aspects sensoriels (lumière, température), mais aussi la perception émotionnelle et cognitive de l'espace (par exemple, la sensation de confort ou de dynamisme).	Un système de façade interactive, comme les Al Bahar Towers, ajuste la perméabilité de la façade en fonction de la lumière et de la température, influençant l'ambiance thermique et lumineuse.
<b>4. Adaptabilité interactive</b>	L'interactivité avec l'espace permet de moduler en temps réel les perceptions sensorielles et perceptuelles. L'utilisateur ajuste l'ambiance lumineuse, sonore, etc., mais peut aussi ressentir un changement dans l'atmosphère émotionnelle ou cognitive de l'espace.	Un système de gestion de l'éclairage et de l'acoustique réagit aux actions de l'utilisateur, créant une ambiance changeante selon ses préférences et l'activité en cours.
<b>5. Adaptabilité intelligente</b>	L'intelligence architecturale anticipe les besoins et ajuste l'ambiance selon les préférences des usagers. Cela crée une atmosphère qui non seulement répond aux besoins sensoriels, mais qui ajuste aussi la perception de l'espace de manière subtile, influençant le ressenti émotionnel et la qualité de l'expérience.	Un système intelligent ajuste l'éclairage, l'acoustique et la température en fonction des habitudes de l'utilisateur ou des événements climatiques extérieurs.
<b>6. Composantes sensorielles</b>	L'architecture adaptable intègre des éléments modulables pour ajuster les ambiances sensorielles et perceptuelles selon les besoins et perceptions des usagers, transformant l'espace pour qu'il devienne plus en phase avec les attentes émotionnelles, cognitives et physiques des utilisateurs	Des éléments de façade et l'agencement des espaces sont conçus pour offrir une flexibilité dans l'organisation de la lumière et de l'acoustique, créant des ambiances adaptées aux perceptions subjectives des usagers.

## **Conclusion**

À travers ce chapitre, nous avons abordé de manière progressive la notion d'adaptabilité, en la définissant d'abord dans son sens général, puis en étudiant ses déclinaisons dans le domaine architectural et ambiantale.

L'adaptabilité architecturale s'est révélée être un concept fondamental pour penser des espaces capables d'évoluer dans le temps, de s'ajuster aux transformations sociales, fonctionnelles et environnementales

Nous avons montré qu'elle repose sur des aspects complémentaires essentiels pour penser des espaces capables d'évoluer en fonction des besoins et des contextes changeants. L'étude des concepts modernes de l'adaptabilité ainsi que l'identification de ses principaux niveaux et composantes nous a permis de comprendre que concevoir des architectures adaptables, c'est avant tout concevoir des environnements ouverts, transformables, anticipant les imprévus et prolongeant la durée de vie des espaces. En parallèle, l'adaptabilité ambiantale est venue enrichir cette approche en introduisant la dimension sensible et perceptuelle des espaces. L'ambiance architecturale, loin de se limiter à l'aspect visuel, englobe l'ensemble des perceptions sensorielles : lumière, sonorité, odeur, température, matière, qui influencent profondément l'expérience vécue dans un lieu. L'adaptabilité ambiantale consiste alors à concevoir des ambiances capables de se modifier et de s'ajuster aux besoins sensoriels et émotionnels des usagers, renforçant ainsi leur bien-être, leur confort et leur appropriation des lieux. Enfin, l'étude de la correspondance entre l'adaptabilité spatiale et ambiantale nous a permis de comprendre que l'architecture ne peut être véritablement évolutive qu'en intégrant simultanément les deux dimensions : la transformation physique des espaces et la modulation des ambiances. Cette double approche ouvre la voie à une architecture plus sensible, plus résiliente et profondément humaine, capable de répondre aux défis d'aujourd'hui tout en anticipant les besoins de demain.

**CHAPITRE III :**

**Étude empirique et processus**

**Méthodologique des cas d'études**

## **Introduction**

Dans ce chapitre, nous approfondissons le concept d'adaptabilité architecturale et ambiantale, présenté dans le chapitre précédent, en nous appuyant sur deux établissements éducatifs choisis comme cas d'étude. Ces environnements accueillent un public particulièrement sensible, dont le bien-être dépend de la qualité des ambiances intérieures et de la capacité des espaces à s'adapter aux besoins spécifiques des usagers. Notre réflexion se concentre ainsi sur les paramètres ambients à savoir : le son, la lumière et la ventilation, ainsi que sur les configurations spatiales.

Ce chapitre suit une méthodologie articulée autour de deux approches complémentaires : une étude quantitative sur l'adaptabilité ambiantale et une étude qualitative sur l'adaptabilité architecturale. L'étude quantitative se divise en deux volets : une partie empirique, fondée sur des prises de mesures *in situ* des ambiances sonores, lumineuses et de ventilation ; et une partie numérique, où des simulations ont été réalisées à l'aide de logiciels spécifiques. L'étude qualitative, quant à elle, s'est appuyée sur l'observation des usages et des perceptions des usagers, sans que cette dimension ne soit encore détaillée ici

L'objectif principal de ce chapitre est de répondre à notre problématique de départ, qui vise à améliorer l'adaptabilité architecturale et ambiantale dans les établissements éducatifs, à partir de l'analyse des données collectées. Ces résultats permettront de proposer des pistes d'amélioration pour optimiser les environnements d'apprentissage et de bien-être des enfants.

### **III.1. Présentation des cas d'étude**

Dans notre travail de recherche, nous avons choisi de nous concentrer sur les établissements éducatifs de la petite enfance, en analysant deux types de crèches en Algérie qui diffèrent nettement en termes de conception architecturale et d'implantation géographique. La première est une crèche réalisée comme un équipement public autonome ; la seconde fait partie intégrante d'un ensemble de logements collectifs. D'une part, le travail s'intéressera à l'adaptabilité architecturale à travers l'analyse de leurs caractéristiques spatiales, techniques et matérielles conformément aux niveaux d'adaptabilité que nous avons définis dans la partie théorique. D'autre part, sur l'adaptabilité ambiantale de ces deux modèles. On se consacrera en particulier au son, à la lumière naturelle et artificielle aussi bien qu'à l'aération. L'objectif est d'évaluer dans quelle mesure ces environnements répondent aux besoins évolutifs des jeunes enfants, en assurant un confort optimal et une qualité éducative adaptée.

#### **III.1.1. Justification de choix**

Le choix de se concentrer sur les établissements éducatifs de la petite enfance découle de l'importance fondamentale de ces espaces dans le développement initial des enfants. Les crèches doivent permettre un environnement qui favorise non seulement le développement de leurs aptitudes cognitives et sociales mais également leur bien-être émotionnel répondant à leurs besoins de confort, sécurité et stimulation. Par conséquent, l'adaptabilité architecturale et ambiantale est un élément clé pour garantir la qualité de ces environnements et répondre aux défis propres à chaque situation.

C'est dans cette optique que la sélection de nos deux cas d'étude repose sur des critères variés, permettant d'explorer l'adaptabilité architecturale et ambiantale dans des contextes distincts mais complémentaires. La première typologie, une crèche autonome, constitue un équipement

public spécifiquement dédié à la petite enfance. Ce modèle permet d'examiner l'adaptabilité dans un environnement conçu exclusivement pour les jeunes enfants, où les choix architecturaux et les aménagements intérieurs sont orientés vers la satisfaction des besoins fondamentaux en termes de confort, de sécurité et de développement. D'autre part, la seconde typologie concerne une crèche aménagée dans un appartement d'un étage d'habitat collectif. Ce cas particulier soulève des enjeux uniques liés à la transformation d'un espace résidentiel préexistant en un environnement éducatif, avec des défis d'intégration dans un cadre urbain dense. Cette configuration met en lumière des problématiques telles que l'optimisation de l'espace, la gestion des ambiances lumineuses, acoustiques et de ventilation, tout en veillant à la conformité avec les normes et exigences éducatives. En confrontant ces deux typologies, cette étude vise à identifier les solutions architecturales et ambianteles les plus adaptées aux besoins spécifiques des jeunes enfants, tout en prenant en compte les particularités de leurs contextes d'implantation respectifs.

### III.1.2. Cas 01 : Crèche Les Leaders

#### III.1.2.1. Présentation

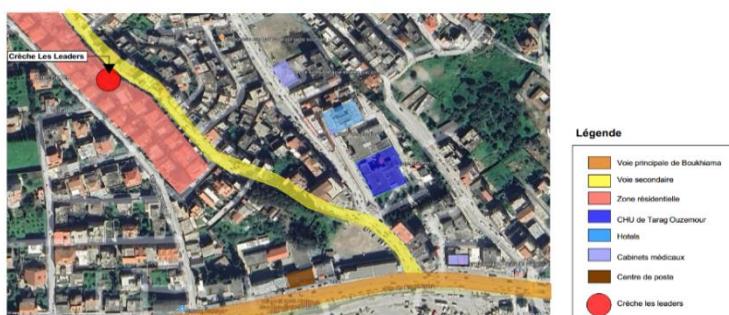
La crèche « Les Leaders » est une crèche autonome, destiné à l'accueil des jeunes enfants, élaboré par M. Atmani Nouari. Cette structure, établie le 2 août 2023, s'étend sur une superficie de 200 m<sup>2</sup>. Elle a été conçue pour recevoir jusqu'à 60 élèves, proposant par conséquent un environnement vaste et ajusté aux exigences des enfants.



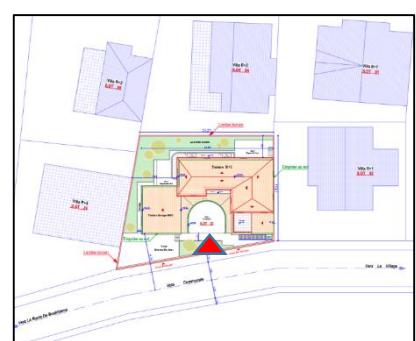
**Figure 45 :** Crèche les leaders. (Auteur,2025)

#### III.1.2.2. Situation et accessibilité

La crèche « Les Leaders », située à Tala Merkha dans la wilaya de Bejaia, bénéficie d'un emplacement accessible grâce à sa connexion à la voie principale de Boukhiama. Implantée au cœur d'une zone résidentielle dense, elle profite d'un environnement urbain dynamique, proche de divers services, commerces, structures médicales et du CHU de Targa Ouzemour, ce qui constitue un atout pour les familles.



**Figure 437 :** Situation et accessibilité crèche les leaders. (Source : Google earth /traité par : Auteur.2025)



**Figure 436 :** Plan de masse crèche les leaders.( Source : BET Mr Atmani Nouari)

### **III.1.2.3. Composition volumétrique**

La crèche « Les Leaders » se caractérise par une composition volumétrique articulée autour d'un patio central structurant la distribution de l'espace tout en permettant un apport de lumière naturelle équilibrée et une ventilation fluide des masses. Les volumes bâtis sont fragmentés en plusieurs blocs de différentes hauteurs allant du RDC jusqu'au volume principal R+2, créant une gradation verticale. La relation entre les pleins et les vides est soigneusement travaillée : le patio constitue le vide majeur au cœur du projet, équilibrant la densité bâtie.



**Figure 48 :** Volumétrie crèche les leaders.  
(Source : Auteur 2025)

### **III.1.2.4. Façade et matériaux de construction**

Les façades de la crèche “Les Leaders” se distinguent par une expression simple et chaleureuse qui correspond à l'échelle et à la destination de l'établissement pour enfants. Le matériau de base est l'enduit peint blanc. Le rythme des ouvertures est régulier avec des volets en bois, offrant ainsi une protection contre le soleil et une ventilation naturelle. Au niveau du rez-de-chaussée, les fenêtres sont principalement rectangulaires, tandis qu'à l'étage, certaines des baies adoptent une forme cintrée, introduisant une touche ludique et adoucissant la rigueur géométrique du volume.

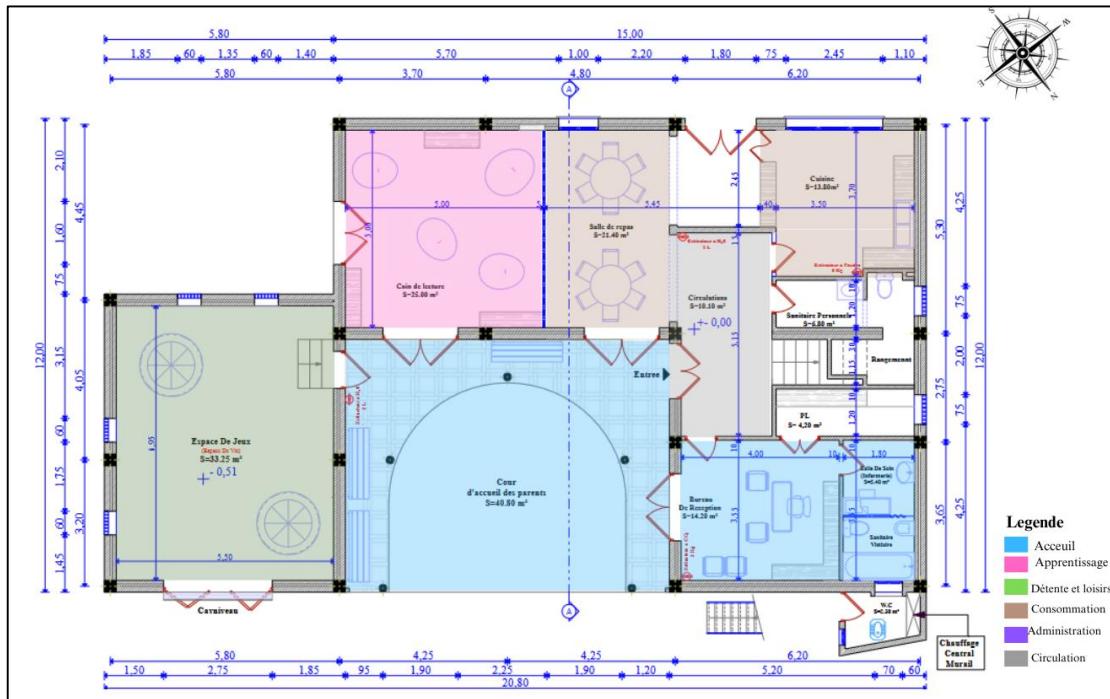


**Figure 49 :** Façade principale.  
(Source : Auteur2025)

### **III.1.2.5. Configuration spatiale**

La crèche “Les Leaders” se compose d'un rez-de-chaussée, d'un premier étage et d'un second étage. Elle est articulée autour d'une cour d'accueil centrale qui sert d'espace de transition entre l'intérieur et l'extérieur. À ce niveau, les enfants ont un accès direct aux différentes espèces de jeux située quelques marches plus bas, ainsi qu'au coin lecture qui mène à la salle de repas, elle-même ouverte sur la cuisine. À proximité immédiate de l'entrée, on trouve tout

un bureau de réception et une salle de soins, ainsi que des sanitaires pour les visiteurs. L'organisation intérieure prévoit également des sanitaires pour le personnel et des locaux de rangement.

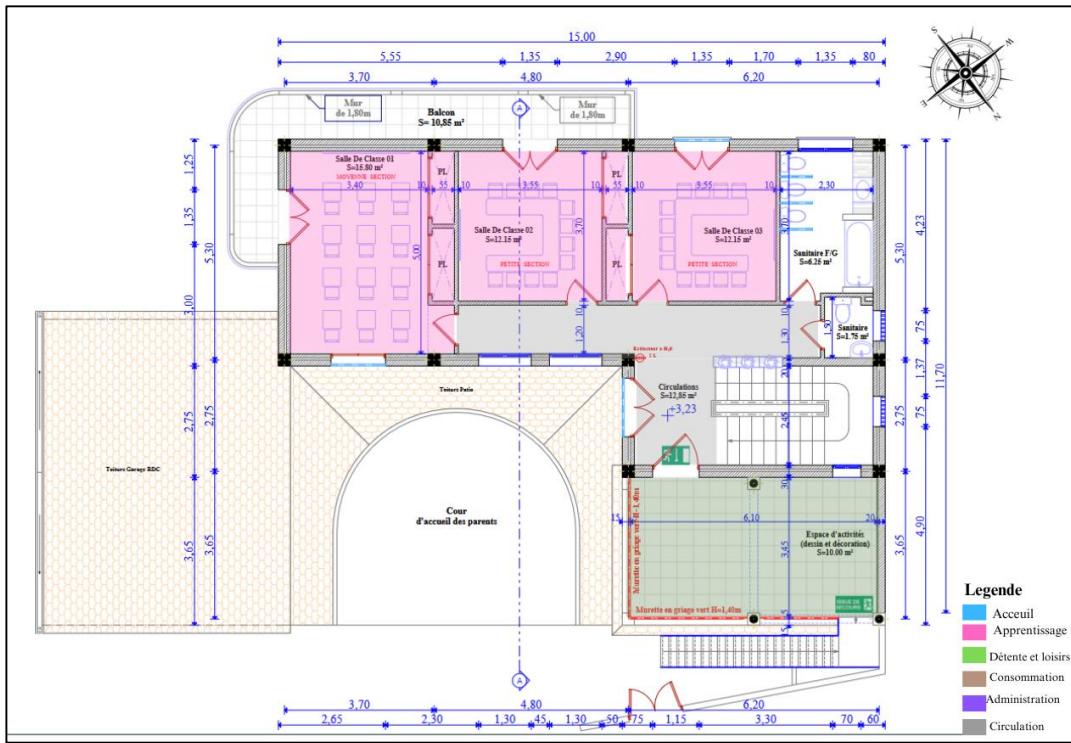


**Figure 50 :** Rez de chaussée crèche les leaders. (Source : BET Mr Atmani Nouari)



**Figure 51 :** Espaces intérieurs du RDC crèche les leaders. (Source : Auteur, 2025)

Au premier étage, trois salles de classe destinées à la petite et moyenne section sont distribuées le long d'un espace de circulation central, avec des sanitaires adaptés aux enfants à proximité. Un espace dédié aux activités artistiques vient compléter l'aménagement de cet

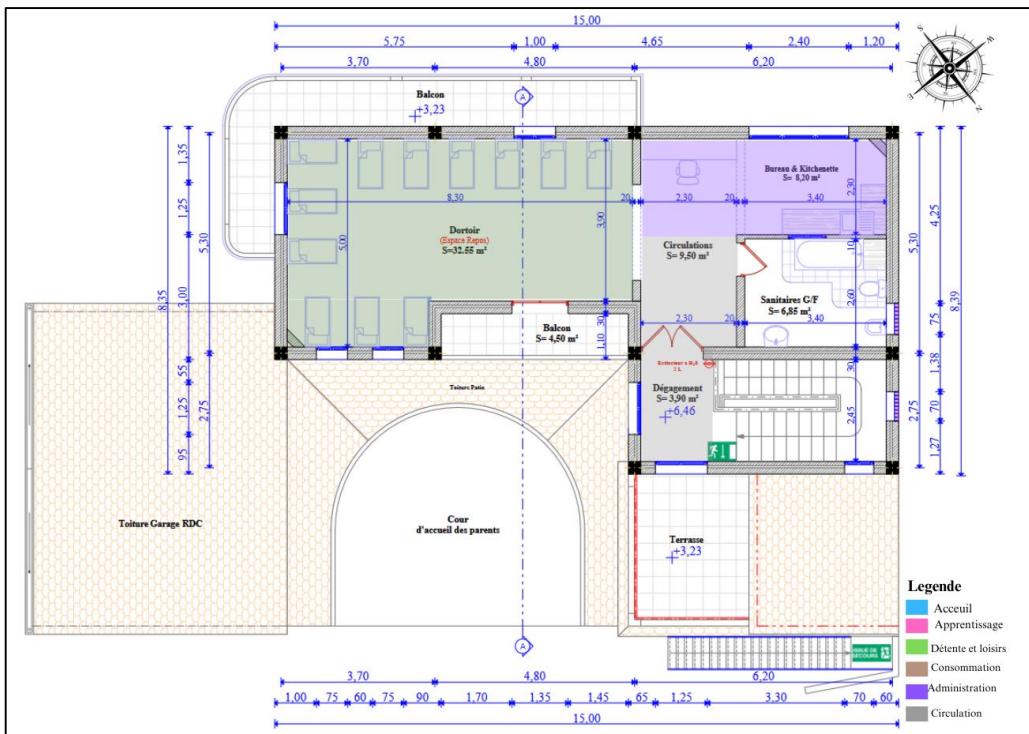


**Figure 52 :** Etage 01 crèche les leaders. (Source : BET Mr Atmani Nouari)

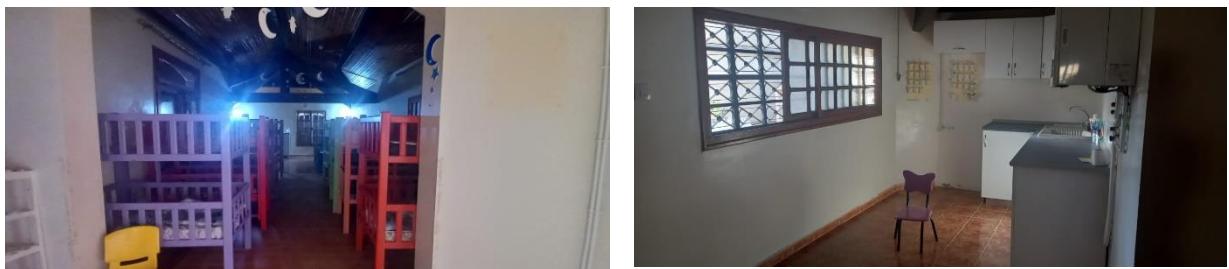


**Figure 53 :** Espaces intérieurs etage 01 crèche les leaders. (Source : Auteur,2025)

Enfin, le deuxième étage est réservé au repos avec un grand dortoir donnant sur un balcon, accompagné d'un bureau avec kitchenette pour le personnel et de sanitaires séparés pour garçons et filles ; une terrasse accessible est également présente sur ce niveau. L'ensemble du projet propose une circulation fluide, une séparation claire entre espaces d'activité, de repos et d'accueil, et intègre plusieurs issues de secours garantissant la sécurité des occupants.



**Figure 438:** Etage 2 crèche les leaders.(Source : BET Mr Atmani Nouari)



**Figure 55 :** Espaces intérieurs Etage 02 crèche les leaders. (Source : Auteur,2025)

### III.1.3. Cas 01 : Crèche mes belles journées

#### III.1.3.1. Présentation

Située dans un appartement de la Résidence La Plaine, conçue par SCPA AXXAM en 2011, la crèche « Mes Belles Journées ». Elle offre un cadre spacieux, éclairé et sécurisé pour l'accueil des enfants âgés de 3 mois à 5 ans. Aménagée pour le bien-être des jeunes enfants, propose un accueil de qualité, ajusté aux exigences et au caractère de chaque enfant, tout en stimulant leur préparation scolaire à travers une initiation culturelle et artistique précoce. En se basant sur les approches pédagogiques de Montessori, Soroban et HudHud, la crèche favorise l'autonomie, la curiosité, l'exploration indépendante et le perfectionnement de compétences comme la motricité fine, la confiance en soi et la capacité de concentration.



**Figure 439:**Résidence la plaine.  
(Source : <https://www.scpaxxam.com>)

### III.1.3.2. Situation et accessibilité

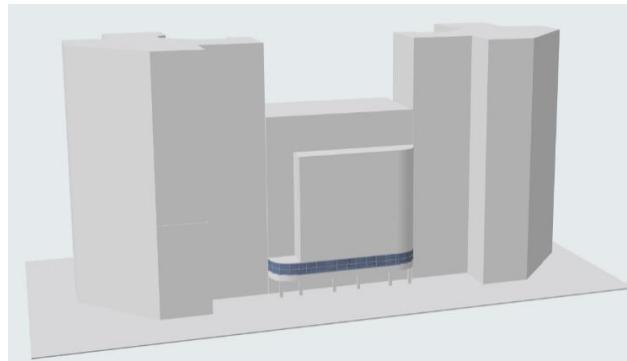
La crèche "Mes Belles Journées" est située au 2<sup>e</sup> étage de la Résidence La Plaine, un ensemble de 200 logements promotionnels implanté dans la ville de Bejaïa, rue Harfi Taous dans la Cité Tobbal. Elle jouit d'une grande facilité d'accès et d'accessibilité. En effet, sa position à proximité de plusieurs grands axes tels que le Boulevard Soummam ou encore la Rue de la Liberté, de même que la présence de plusieurs voies tertiaires environnantes permet un accès aisement et rapide depuis différents quartiers. L'environnement direct de la crèche est riche en équipements et infrastructure. On peut citer le siège de la Wilaya de Bejaïa, le bloc administratif, la sureté de la wilaya, la cour de Bejaïa, des établissements scolaires tel le Lycée Chouhada Mokranne, un équipement de loisir Playland ou encore des commerces et services divers



**Figure 57 :** Situation et accessibilité résidence la plaine. (Source : Google earth /traité par : Auteur.2025)

### III.1.3.3. Composition volumétrique

La résidence La Plaine présente une composition volumétrique dynamique articulée autour de trois grands volumes. Les deux ailes latérales, plus hautes, encadrent un corps central légèrement plus bas, créant ainsi une cour semi-ouverte qui favorise l'éclairage naturel et la ventilation. L'élévation est marquée par un socle vitré sur double hauteur, posé sur des poteaux, qui accueille les espaces commerciaux et apporte une légèreté visuelle au rez-de-chaussée. Au-dessus, les volumes résidentiels s'élèvent sur treize étages pour les ailes, et huit étages pour le centre.



**Figure 58 :** Volumétrie résidence la plaine.( Source: Auteur,2025)

### III.1.3.4. Façade et matériaux de construction

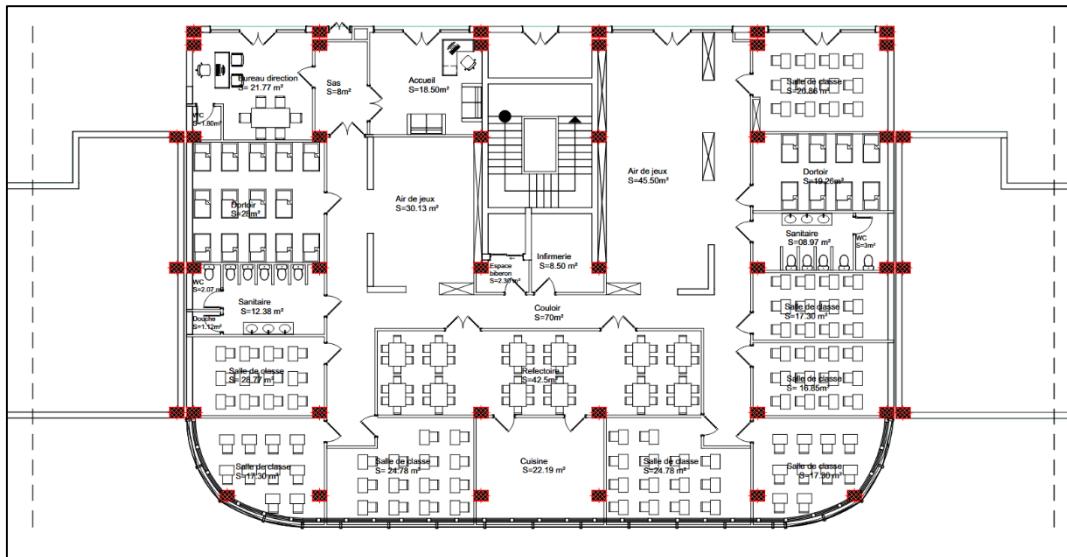
La façade de la résidence La Plaine est organisée autour d'un jeu rigoureux de volumes pleins et vides qui détermine l'expression architecturale du bâtiment. Les masses en béton armé recouvert de beige clair transmettent un sentiment d'élégance et de chaleur, alors que les espaces vides, créés par de vastes fenêtres et des balcons en longueur avec des garde-corps métalliques blancs, rythment horizontalement la composition et allègent visuellement la masse bâtie. Un volume central vitré, traité en murs rideaux de verre bleu sur structure aluminium, introduit une forte dynamique verticale. Le choix du verre et de l'aluminium renforce la modernité et la légèreté de cette avancée, tout en assurant protection solaire et qualité esthétique.



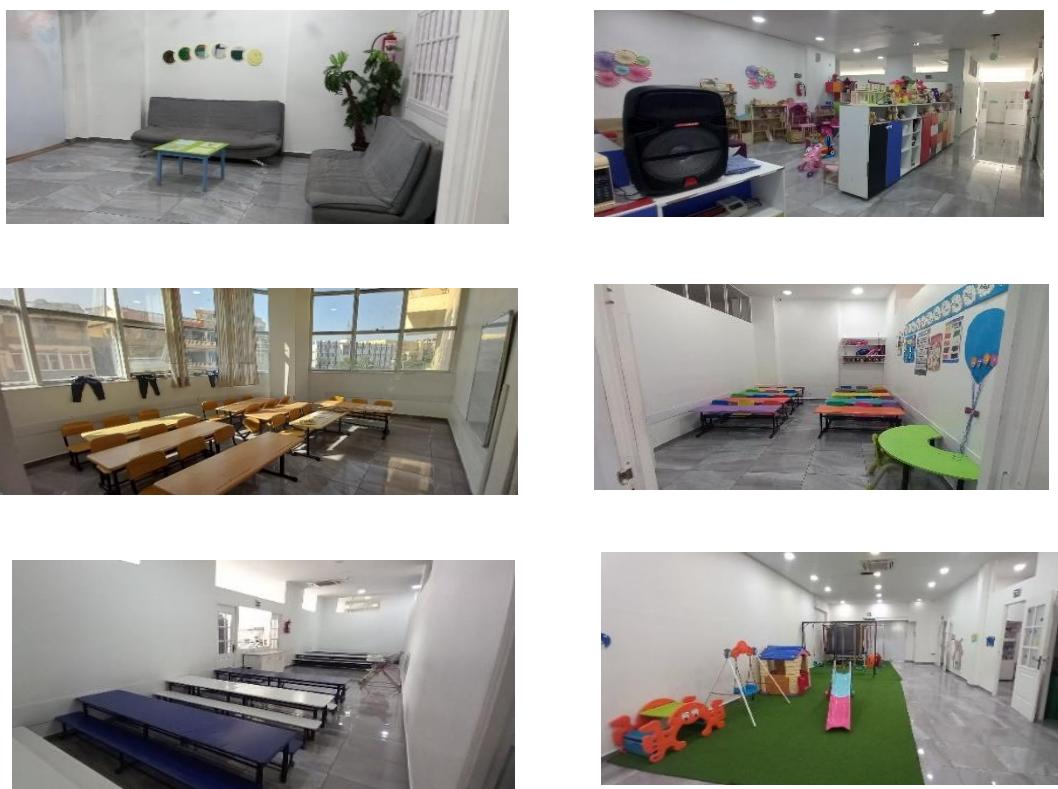
**Figure 440:** Façades résidence la plaine. (Source : <https://www.scpaxxam.com>)

### III.1.3.5. Configuration spatiale

La configuration spatiale de la crèche, située à l'étage de la résidence La Plaine, s'articule autour d'un axe central de circulation. Le grand espace d'accueil est directement relié à un air de jeux intérieur, favorisant une transition fluide entre l'entrée et les différentes unités de la crèche. Les deux ailes symétriques à l'ouest et à l'est comprennent des salles de classes de tailles variées, des sanitaires adaptés et, des dortoirs, permettant des déplacements optimisés entre les différentes activités. L'espace se prolonge au sud vers la zone de restauration, avec deux réfectoires encadrant une cuisine centrale, et comprend également des équipements comme un bureau de direction, une infirmerie, et un espace biberonnerie près des circulations principales.



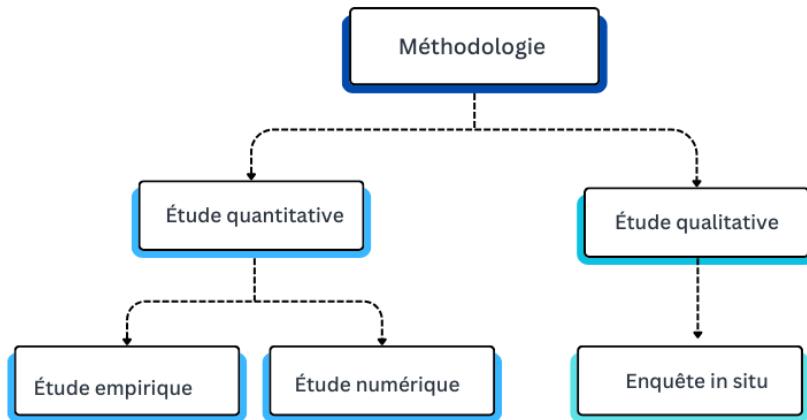
**Figure 60 :** Plan de la crèche mes belles journées.(Source: Auteur,2025)



**Figure 61 :** Espaces intérieurs crèche mes belles journées. (Source : Auteur, 2024)

### III.2. Processus méthodologique

Pour atteindre notre objectif de recherche, qui consiste à évaluer l'adaptabilité architecturale à travers les niveaux que nous avons définis dans notre cadre théorique, en distinguant notamment l'adaptabilité matérielle et l'adaptabilité immatérielle ainsi que l'adaptabilité ambiantale, en abordant plus particulièrement l'ambiance lumineuse, sonore et la ventilation, nous avons adopté une approche comparative structurée autour des étapes suivantes.



**Figure 62 :** Schéma présentant le processus méthodologique. (Source : Auteur, 2025)

### III.2.1. Étude quantitative

Il s'agit d'une méthode de recherche fondée sur la collecte systématique de données mesurables, en vue de leur analyse statistique et de leur interprétation objective. Cette approche, de nature empirique et fondée sur des outils numériques, vise à apporter des réponses précises et vérifiables à la problématique de recherche formulée.

#### III.2.1.1. Étude Empirique

Cette étude vise à réaliser des mesures in situ de la lumière et du son. Elle mobilise des instruments spécifiques et adaptés afin de garantir la fiabilité et la précision des résultats obtenus. Les prises de mesures ont été réalisées dans le cas de la crèche autonome « Les Leaders ». En revanche, cela n'a pas été possible pour la crèche « Mes Belles Journées », située dans un appartement de la Résidence La Plaine, l'accès pour effectuer les mesures n'a pas été autorisé par les responsables de l'établissement.

##### a. Les prises de mesures

###### ➤ Cas de la lumière

Les prises de mesures ont été effectuées exclusivement durant la saison hivernale, en raison des contraintes de temps liées à cette recherche. Ce contexte nous a conduits à retenir ces conditions spécifiques pour l'ensemble des mesures effectuées.

**Tableau 6:** Conditions de prises de mesures. (Source : Auteur, 2025)

Conditions	Etage	Espace	Journée	Heure	Type de ciel	Plan utile
<b>Cas 01 :</b> Crèche les leaders	Rez de chaussé	Cour d'accueil et de jeux Salle de jeux Salle de lecture	15-02-2025	8H-12H-16H	Ciel dégagé	0.8m
	Etage 01	Salle de classe petite section Salle de classe moyenne section				
	Etage 02	Dortoir				

### b. Justification du choix

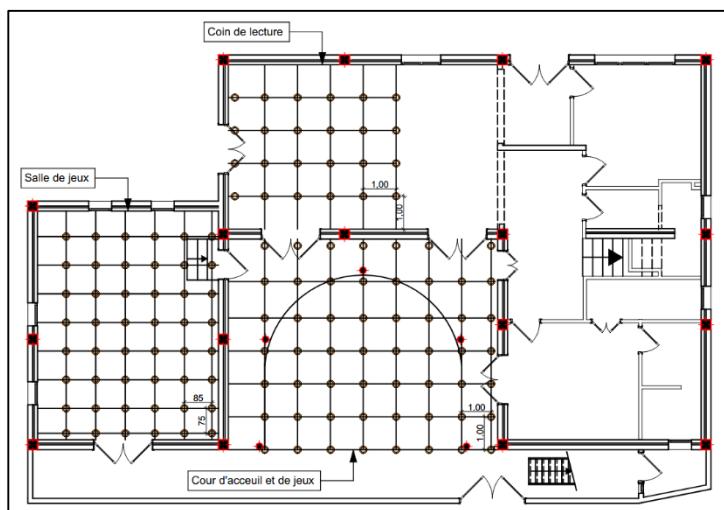
La sélection de ces conditions repose sur plusieurs considérations, parmi lesquelles :

- La nécessité d'évaluer le facteur de lumière naturelle dans les espaces les plus fréquemment occupés, en l'occurrence les Espaces d'apprentissage (les salles de classes, salle de lecture), les espaces de détente et loisir (cour d'accueil et de jeux, salle de jeux, dortoir)
- La réalisation des mesures durant les périodes correspondant au mouvement solaire près de l'horizon, afin de capter les variations d'intensité lumineuse, sous un ciel dégagé permettant un rayonnement direct optimal.

### c. Protocole de prise de mesure

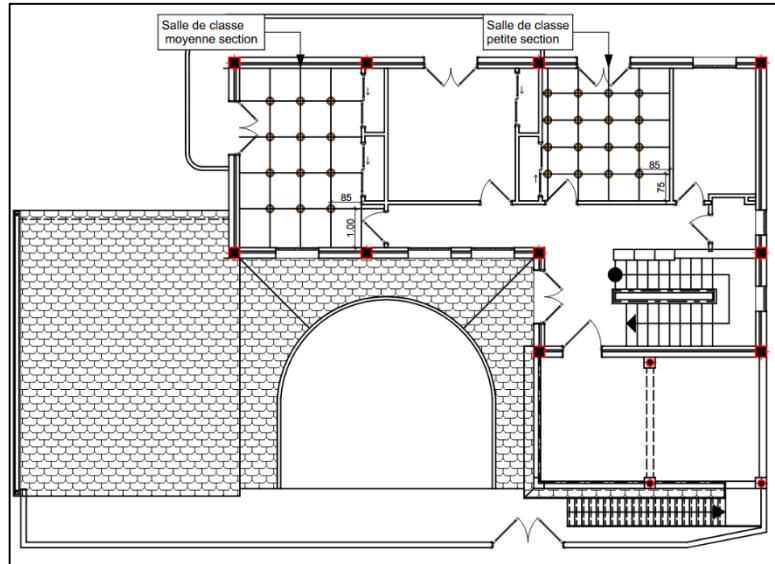
Les mesures ont été réalisées à partir d'une trame régulière définie selon des axes horizontaux et verticaux, générant des points d'intersection au sein des espaces étudiés. Ces points d'intersection, considérés comme des nœuds de la grille, ont servi de repères pour les relevés, comme l'illustrent les figures ci-dessous.

- ❖ Rez de chaussé : Au niveau du rez-de-chaussée, les prises de mesures ont été effectuées pour la cour d'accueil et de jeux, la salle de jeux intérieure ainsi que le coin lecture.



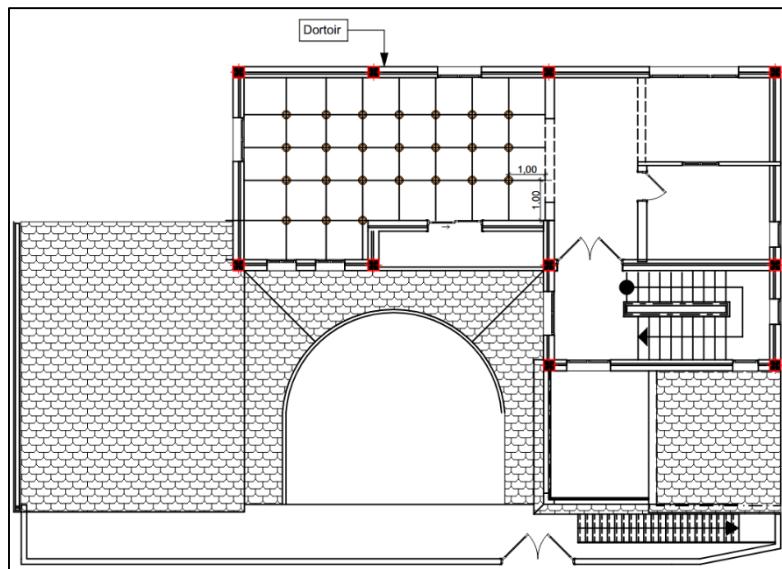
**Figure 63 :** La trame de mesure RDC crèche les leaders. (Source : Auteur, 2025)

- ❖ Etage 01 : À l'étage 01, les prises de mesures ont été effectuées pour la salle de classe de la moyenne section et celle de la petite section.



**Figure 64 :** La trame de mesure etage 01 crèche les leaders.  
(Source : Auteur,2025)

- ❖ Etage 02 : À l'étage 02, les prises de mesures ont été effectuées uniquement pour le dortoir.



**Figure 65 :** La trame de mesure etage 02 crèche les leaders.  
(Source : Auteur,2025)

#### d. Instrumentations

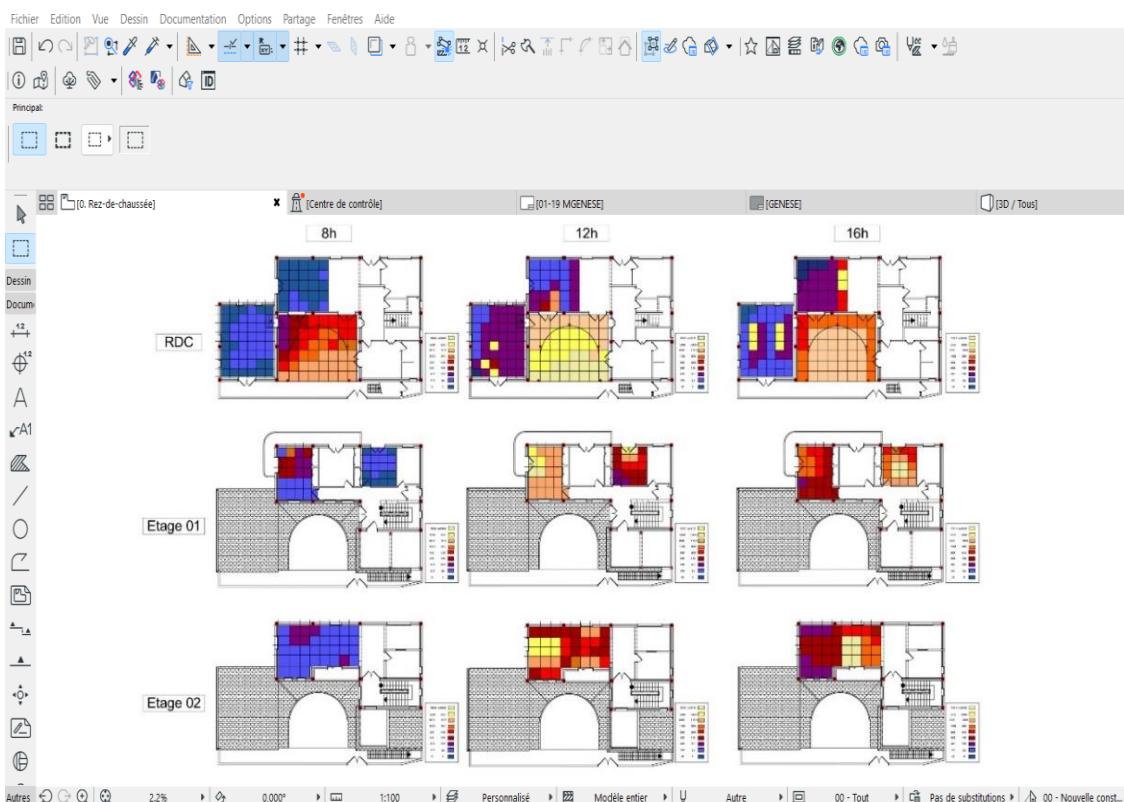
L'évaluation de l'éclairement lumineux, initialement prévue à l'aide d'un appareil de mesure professionnel, n'a pu être réalisée en raison de contraintes matérielles. En conséquence, une autre option a été choisie, qui consiste en l'usage de l'application mobile « Lux Light Meter Pro ». Cette application, exploitant les capteurs intégrés au smartphone, offre des évaluations de la luminosité en lux et représente donc un outil compensatoire approprié pour le cadre de cette recherche, malgré quelques restrictions concernant sa précision.



**Figure 66 :** Capture de l'application Lux Meter Pro.  
(Source : Auteur,2025)

#### e. Traitement des données issues des mesures

Les prises de données de l'éclairage intérieur ont servi de base à la modélisation des répartitions lumineuses dans les espaces d'apprentissage (les salles de classes, salle de lecture), les espaces de détente et loisir (cour d'accueil et de jeux, salle de jeux, dortoir). Ces données ont été intégrées et analysées grâce au logiciel numérique « Archicad 2023 », en recourant à la commande de hachure pour établir les cartographies des iso-lux. La représentation graphique a été établies selon le dégradé des couleurs : plus sombre indique les niveaux plus bas d'éclairage tandis que plus clair signifie un degré une intensité lumineuse plus élevé.



**Figure 67 :** Traitement des résultats de la lumière en trame des couleurs, cas de la crèche les leaders.  
(Source : Auteur,2025)

## ➤ Cas de son

Dans ce contexte, nous avons réalisé nos mesures en nous appuyant sur deux scénarios distincts : un environnement en air calme et un autre en air bruyant, tout en respectant les conditions établies.

**Tableau 7:**conditions de prises de mesures acoustiques. (Source : Auteur, 2025)

Conditions	Etage	Espace	Ambiances	Plan utile
<b>Cas 01 :</b> Crèche les leaders	<b>Rez de chaussé</b>	Cour d'accueil et de jeux Salle de jeux Salle de lecture	Air calme- Air bruyant	1.6m
	<b>Etage 01</b>	Salle de classe petite section Salle de classe moyenne section		
	<b>Etage 02</b>	Dortoir		

### a. Justification du choix

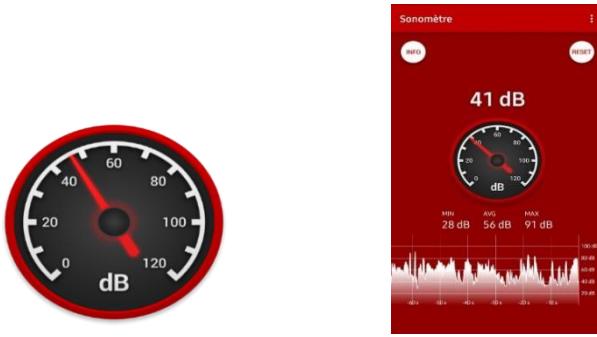
Les espaces retenus présentent un niveau d'activité significatif, tant en conditions calmes qu'en présence de bruit, ce qui justifie leur sélection pour l'étude. Les mesures acoustiques ont été réalisées en deux temps : d'abord dans un contexte silencieux pour établir une référence, puis dans un environnement bruyant afin d'évaluer les variations de la qualité sonore induites par les nuisances.

### b. Protocole de prise de mesure

En nous appuyant sur une grille régulière, identique à celle utilisée pour l'étude de la lumière, nous avons pu effectuer nos mesures selon deux scénarios distincts : l'un en condition de calme sonore, l'autre en situation de perturbation acoustique.

### c. Outils de mesure

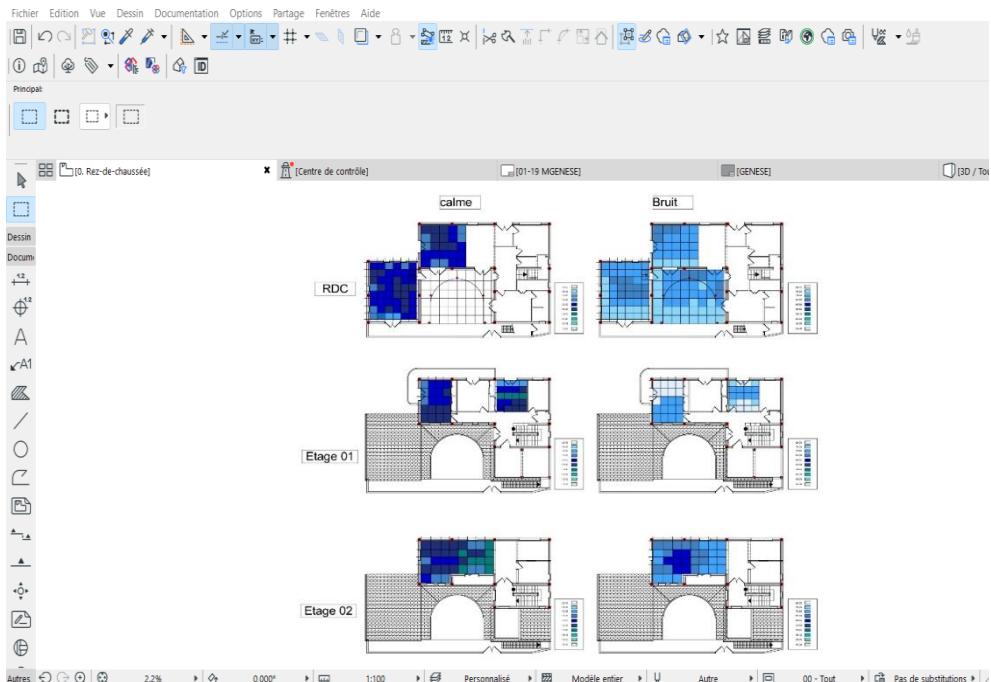
Le son est généré par la vibration d'une source, engendrant des ondes de pression qui se diffusent dans l'air ou dans tout autre matériau on utilise habituellement un dispositif dédié, le sonomètre. En l'absence de matériel professionnel, nous avons opté pour une alternative plus accessible : une application mobile nommée « Sonomètre », bien qu'elle présente certaines limites en matière de précision.



**Figure 441:**Capture de l'application Sonomètre.(Source : Auteur ,2025)

#### d. Traitement des résultats des prises de mesures

Les prises de mesures acoustiques ont servi de base à la modélisation des répartitions acoustiques dans les espaces d'apprentissage (les salles de classes, salle de lecture) et dans les espaces de détente et loisir (cour d'accueil et de jeux, salle de jeux, dortoir). Ces données ont été intégrées et analysées grâce au logiciel numérique « Archicad 2023 », en recourant à la commande de hachure. La représentation graphique a été établies selon le dégradé des couleurs les teintes les plus foncées traduisent les zones les plus bruyantes, tandis que les teintes les plus claires signalent les espaces bénéficiant d'un meilleur confort acoustique.



**Figure 69 :** Traitement des résultats de la lumière en trame des couleurs, cas de la crèche les leaders.

(Source : Auteur,2025)

#### III.2.1.2. Étude Numérique

Dans le contexte de cette étude architecturale, la simulation numérique s'avère être un instrument crucial qui permet de reproduire virtuellement des phénomènes physiques en utilisant des ordinateurs. Elle offre la possibilité de représenter ces phénomènes sous forme de données, d'images ou de visualisations animées, comme s'ils se produisaient en temps réel.

Cette méthode s'inscrit dans un processus scientifique destiné à compléter, étudier et déchiffrer les données collectées sur le terrain.

Compte tenu des difficultés et de l'impossibilité de collecter des données empiriques tout au long de l'année en raison de contraintes de temps, l'utilisation de logiciels de simulation spécialisés a été nécessaire pour compléter les données partielles produites par la mesure sur site. Ainsi, deux outils numériques ont été retenus: d'une part, Dialux pour évaluer quantitativement le confort visuel naturel mesurable dans les différents espaces examinés; d'autre part, Ecotect pour analyser d'autres paramètres environnementaux tels que l'acoustique et la ventilation, entre autres. Ces logiciels permettent d'obtenir une lecture précise des performances de l'espace en appui à la conception architecturale.

Ces outils feront l'objet d'une présentation détaillée dans la suite de ce travail, afin de mettre en lumière leur fonctionnement, leurs apports méthodologiques, ainsi que leur contribution à l'analyse architecturale du projet.

### **a. Présentation du Logiciel « Dialux evo »**

Dialux evo est un logiciel de simulation d'éclairage développé par la société allemande DIAL GmbH. La première version de Dialux a été lancée en 1994, tandis que Dialux evo, sa version plus avancée et complète, a été introduite en 2012 afin de répondre aux besoins croissants de modélisation 3D et d'intégration des normes d'éclairage actuelles.

Ce logiciel est conçu principalement pour les architectes, les ingénieurs et les concepteurs lumière. Il permet de simuler et d'analyser avec précision l'éclairage naturel et artificiel dans différents types d'espaces, qu'ils soient intérieurs ou extérieurs. Grâce à son interface conviviale et à ses capacités de modélisation avancées, Dialux evo offre la possibilité de :

- Importer des plans (formats .dwg, .dxf)
- Construire des volumes architecturaux en 3D
- Intégrer des luminaires issus de catalogues de fabricants
- Réaliser des études d'ombrage ainsi que des rendus.
- Choix des textures du mobilier et des parois ainsi que les matériaux des ouvertures
- Générer des rapports détaillés sur les performances lumineuses.

#### **a.1. Les étapes de la simulation par le logiciel Dialux Evo**

La réalisation d'une simulation efficace à l'aide du logiciel Dialux evo 10.1 requiert le respect d'un protocole méthodologique précis. Celui-ci sera présenté à travers l'étude de cas de la crèche « Les Leaders », servant de support d'application pour illustrer les différentes étapes du processus de modélisation et d'analyse.

### a.1.1. L'ouverture de logiciel

À l'ouverture du logiciel, l'utilisateur est accueilli par une interface de démarrage structurée en trois colonnes principales, offrant un accès rapide aux fonctionnalités essentielles.

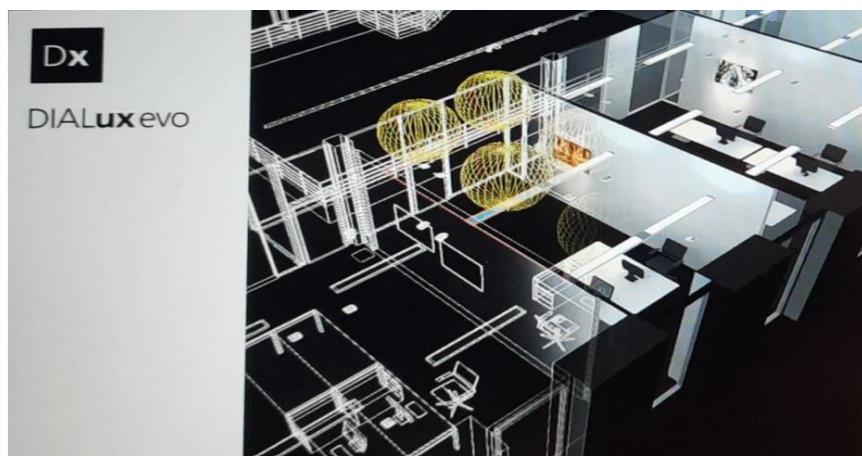


Figure 70 : Interface de logiciel Dialux evo. (Source : Auteur, 2025)

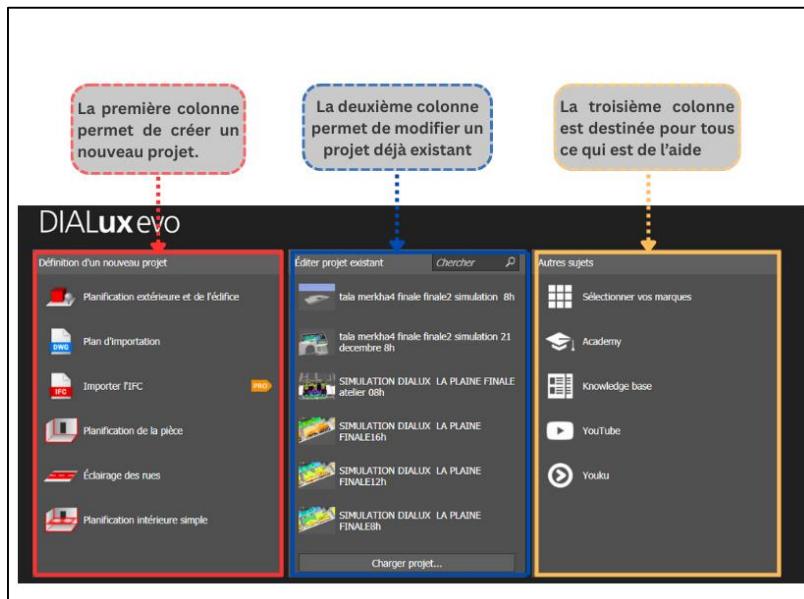
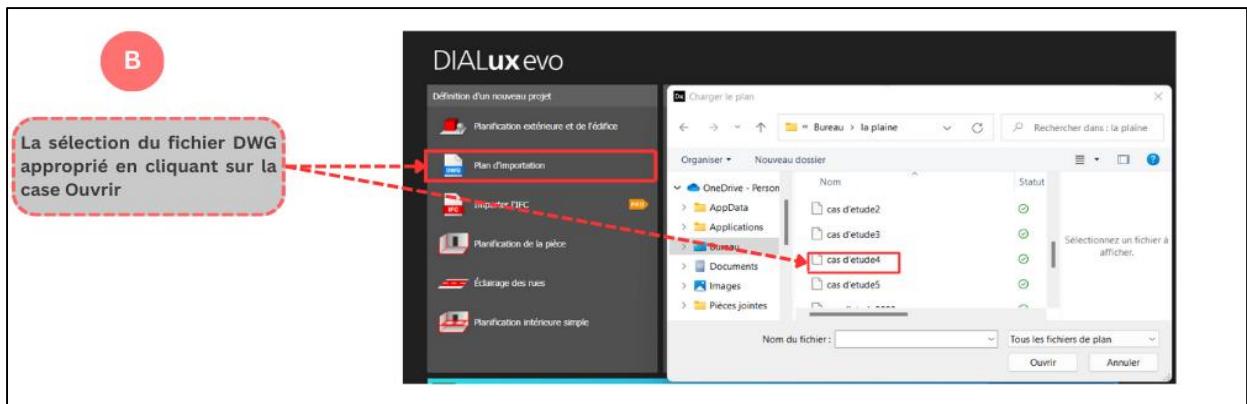


Figure 71: Interface de démarrage de logiciel « Dialux evo ». (Source : Auteur, 2025)

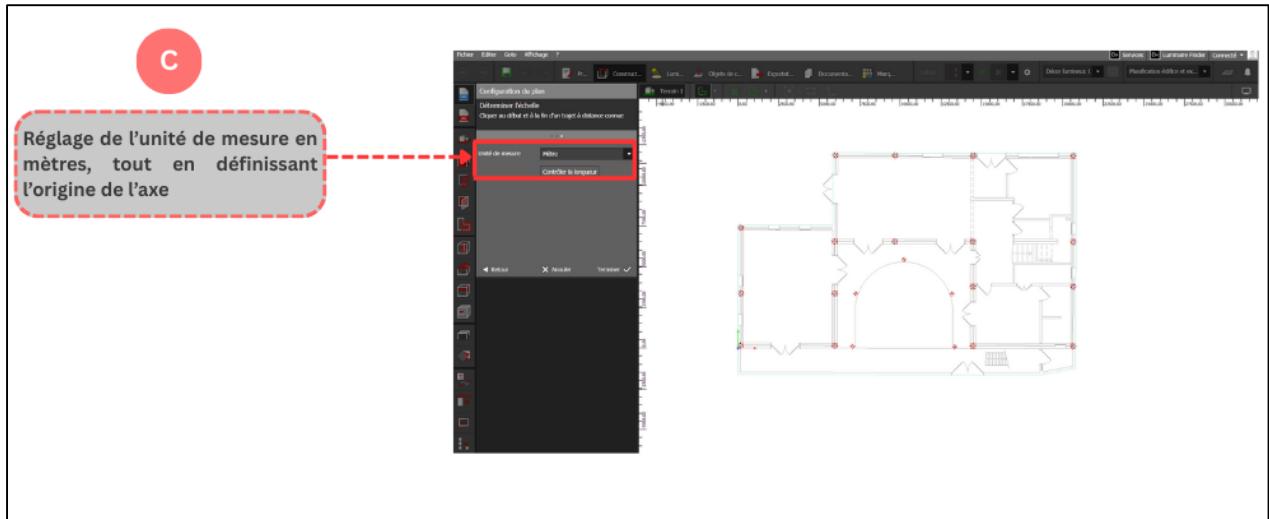
### a.1.2. Importation du plan : Dans le cadre de notre processus, nous avons importé des plans réalisés à l'aide du logiciel Archicad, en respectant les étapes illustrées dans les figures



Figure 72 La clique sur l'importation du plan ou de IFC. (Source : Auteur, 2025)



**Figure 73 :** La sélection du fichier convenant. (Source : Auteur ,2025)

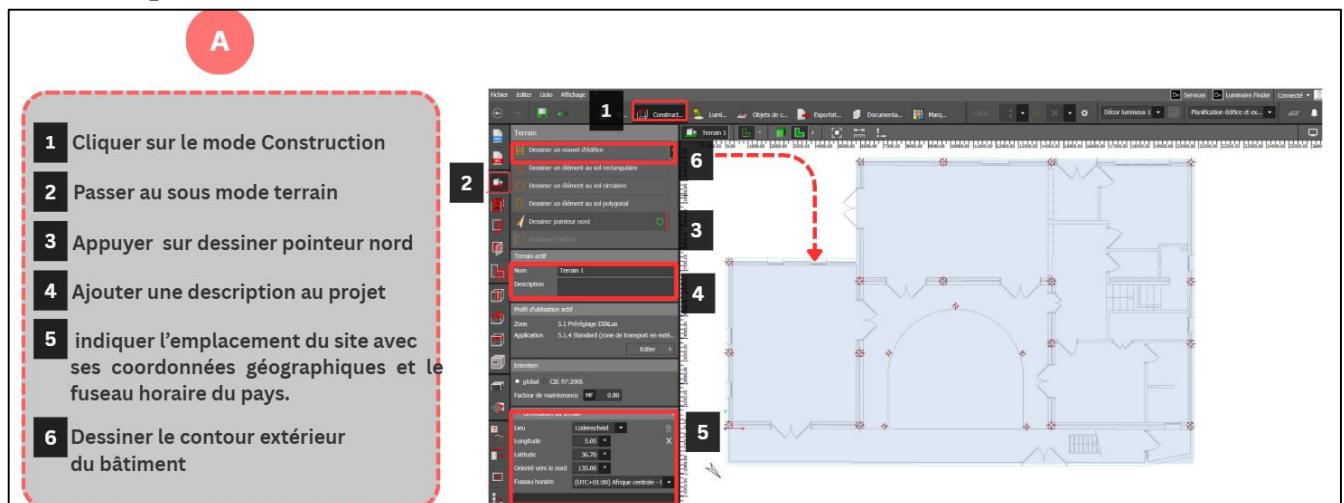


**Figure 74 :** Le dessin de l'origine de l'axe du projet. (Source : Auteur,2025)

### a.1.3. Etapes de simulation

Une fois le plan positionné, la simulation a été réalisée en suivant les étapes détaillées ci-dessous :

#### ■ Etapes A



**Figure 75 :** Présentant de la première étape de simulation. (Source : Auteur,2025)

## Etapes B

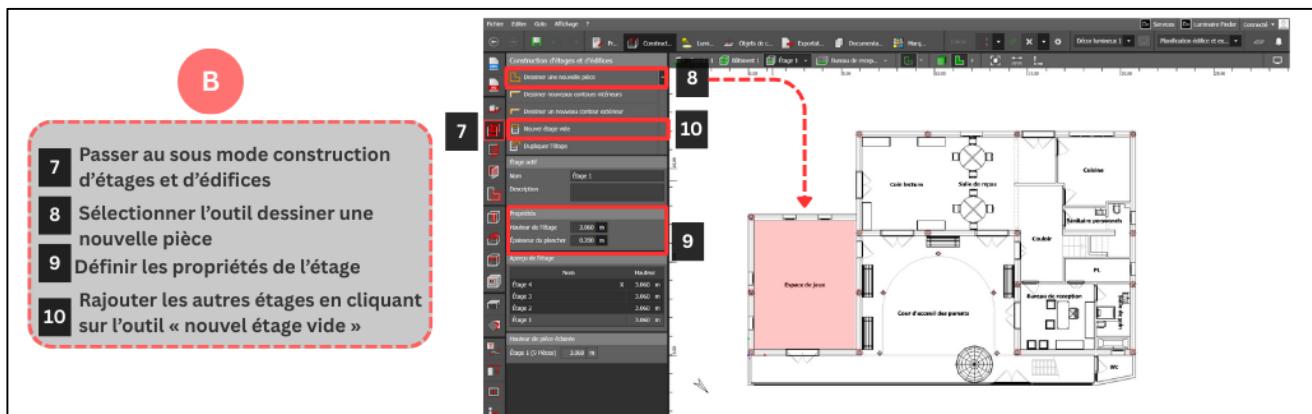


Figure 76 : Présentant de la deuxième étape de simulation. (Source : Auteur,2025)

## ■ Etapes C

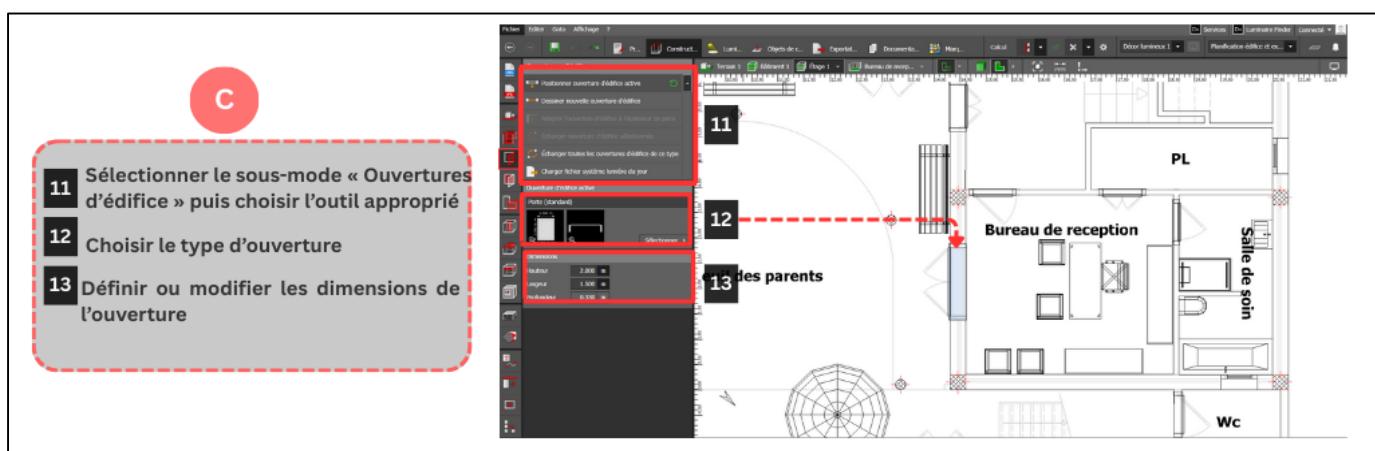


Figure 77 : Présentant de la troisième étape de simulation. (Source : Auteur,2025)

## ■ Etapes D :

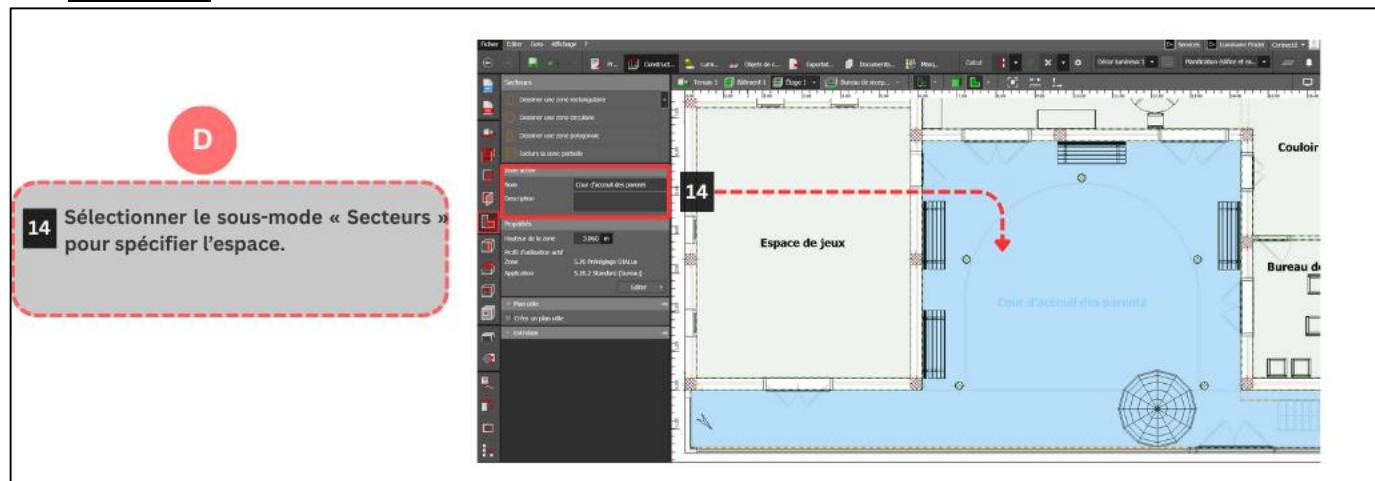


Figure 78 : Présentant de la quatrième étape de simulation. (Source : Auteur,2025)

## ■ Etapes E

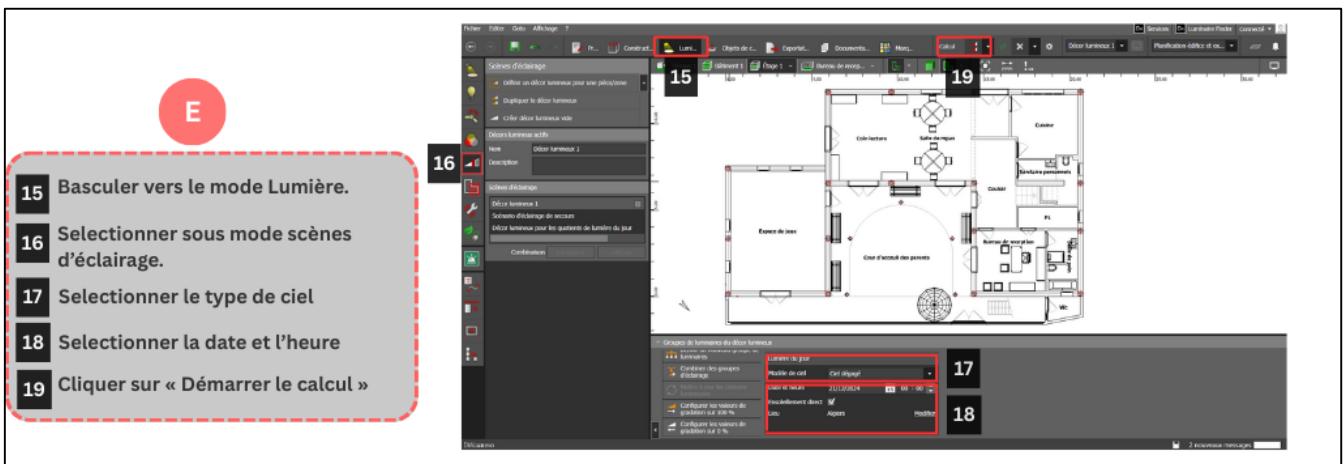


Figure 79 : Présentant de la cinquième étape de simulation. (Source : Auteur,2025)

## Condition de simulation

Tableau 8:Présentant des conditions de simulation. (Source : Auteur, 2025)

Condition	Type de ciel	Date	Heure	Lieu	Plan utile
<b>Cas 01 : Crèche les leaders</b>	Ciel dégagé	21-12-2024 15-02-2025 21-03-2025 21-06-2025	8H-12H-16H	Algérie	0.8m

## ■ Etapes F

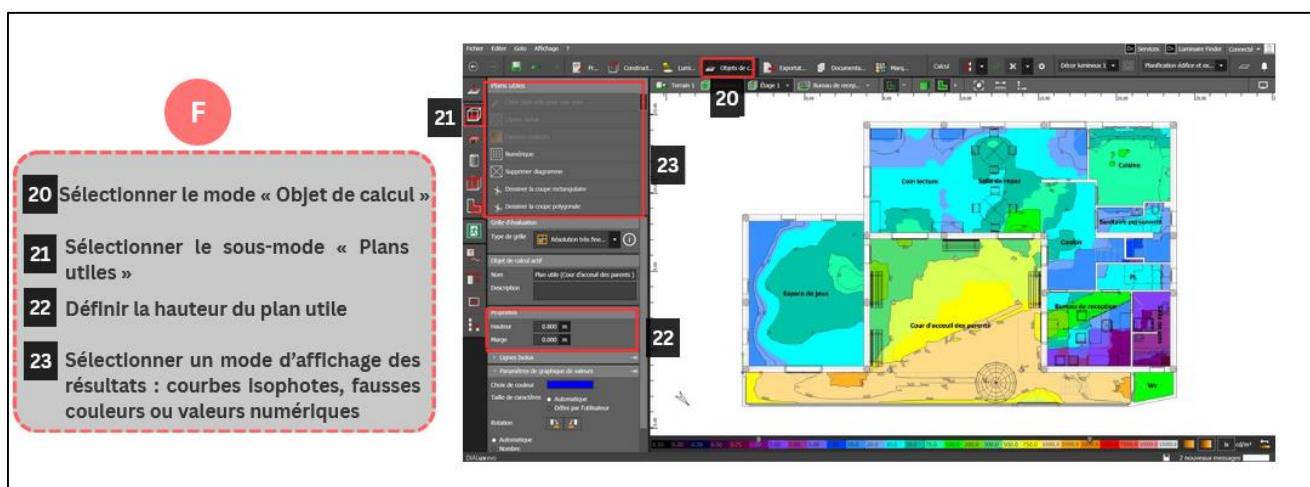


Figure 80 : Présentant de la sixième étape de simulation. (Source : Auteur,2025)

## b. Présentation du Logiciel « Autodesk Ecotect Analysis »

Ecotect est un logiciel de simulation complet destiné aux phases de conception architecturale, intégrant un modèle 3D et des analyses variées : solaire, thermique, acoustique, lumière naturelle, vent et coût. Il se distingue par sa simplicité d'utilisation, ses résultats visuels clairs, et son orientation vers une évaluation environnementale dès les premières étapes du projet

### b.1.Les étapes de la simulation Acoustique par le logiciel Autodesk Ecotect Analysis

Pour mener à bien une simulation du son à l'aide du logiciel « Autodesk Ecotect Analysis 2011 », il est essentiel de suivre rigoureusement les étapes illustrées dans les figures suivantes, en prenant comme exemple la crèche Les Leaders.

#### ■ Etapes A

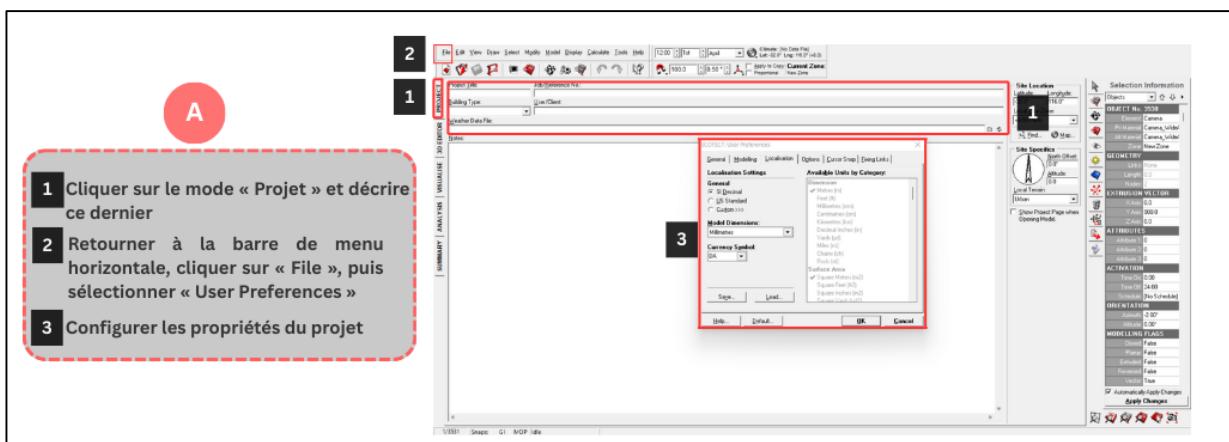


Figure 442:Présentant de la première étape de simulation acoustique.(Source: Auteur,2025)

#### ■ Etapes B

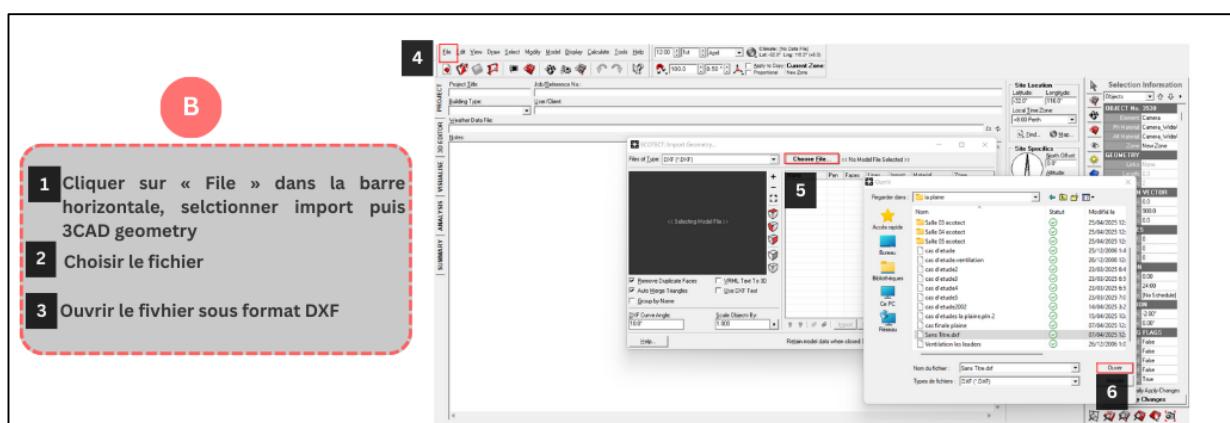


Figure 82 : Présentant de la deuxième étape de simulation acoustique. (Source : Auteur,2025)

## ■ Etapes C

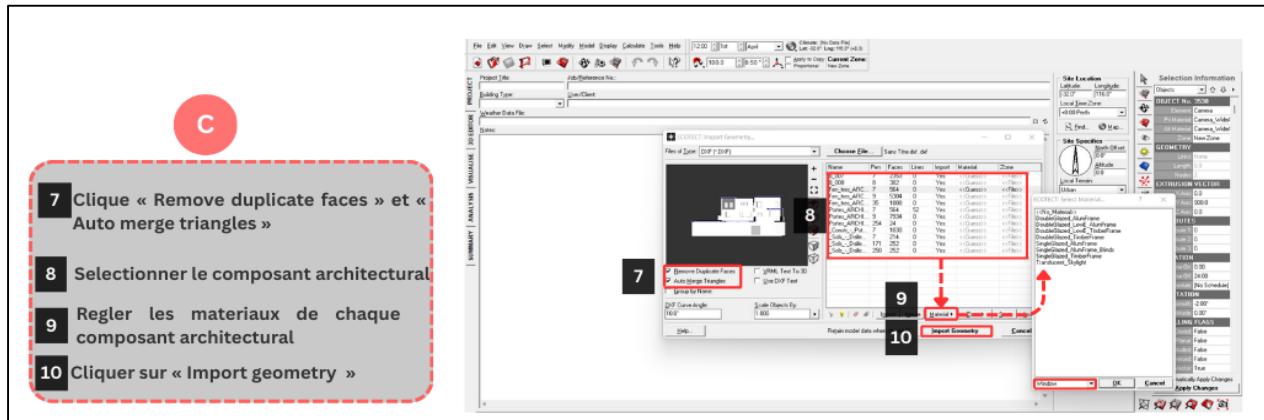


Figure 83 : Présentant de la troisième étape de simulation acoustique. (Source : Auteur,2025)

## ■ Etapes D

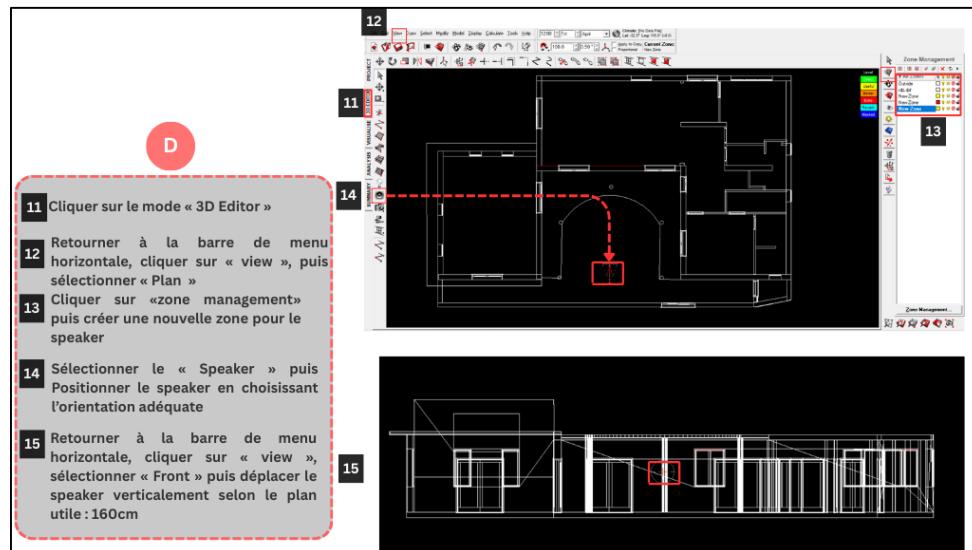


Figure 84 : Présentant de la quatrième étape de simulation acoustique. (Source : Auteur,2025)

## ■ Etapes E

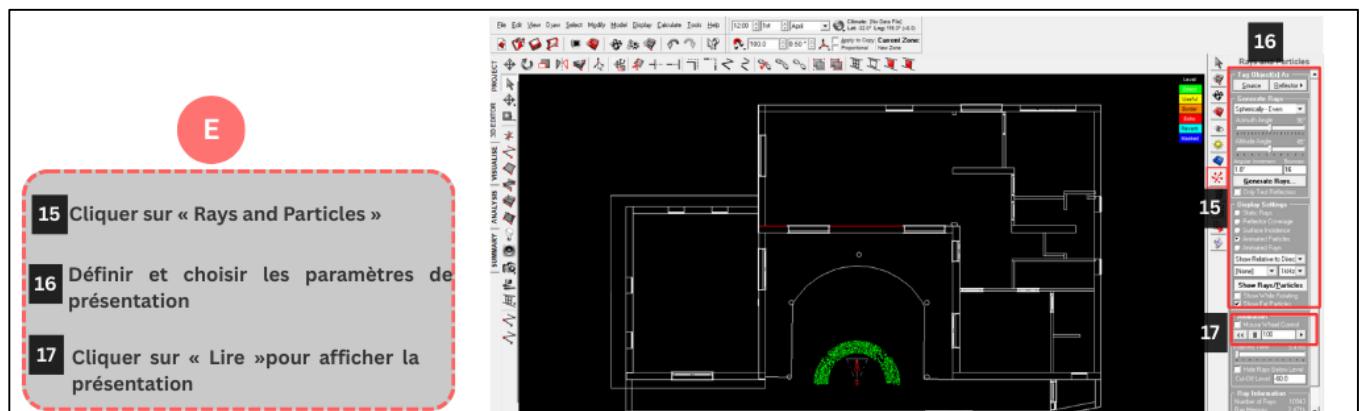


Figure 85 : Présentant de la cinquième étape de simulation acoustique. (Source : Auteur,2025)

## ■ Etapes F

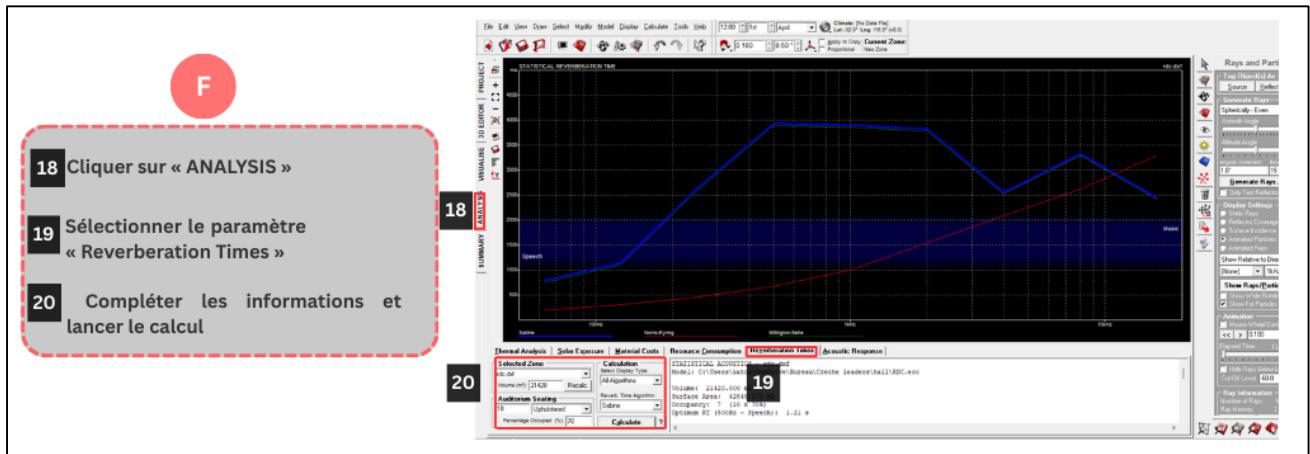


Figure 86 : Présentant de la sixième étape de simulation acoustique. (Source : Auteur,2025)

## b.2.Les étapes de la simulation de ventilation par le logiciel Autodesk Ecotect Analysis

La simulation de la ventilation à l'aide du logiciel « Autodesk Ecotect Analysis 2011 » nécessite de suivre avec rigueur les étapes présentées dans les figures suivantes, en prenant pour exemple le cas de la crèche Les Leaders.

## ■ Etapes A

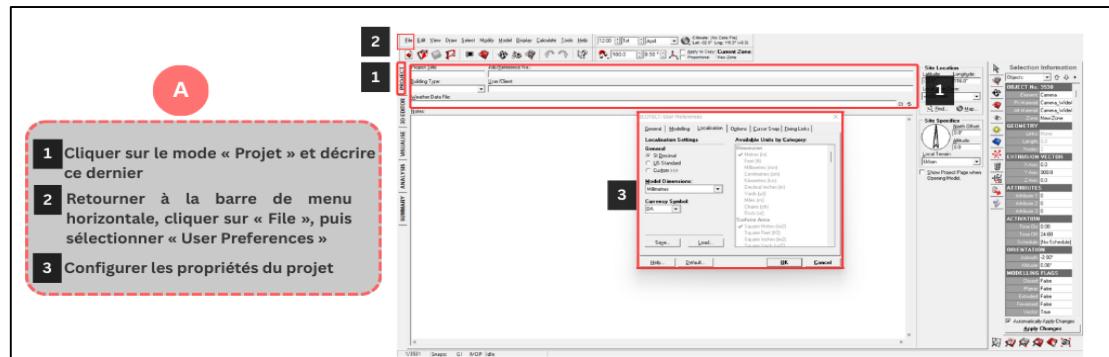


Figure 87 : Présentant de la première étape de simulation de ventilation. (Source : Auteur,2025)

## ■ Etapes B

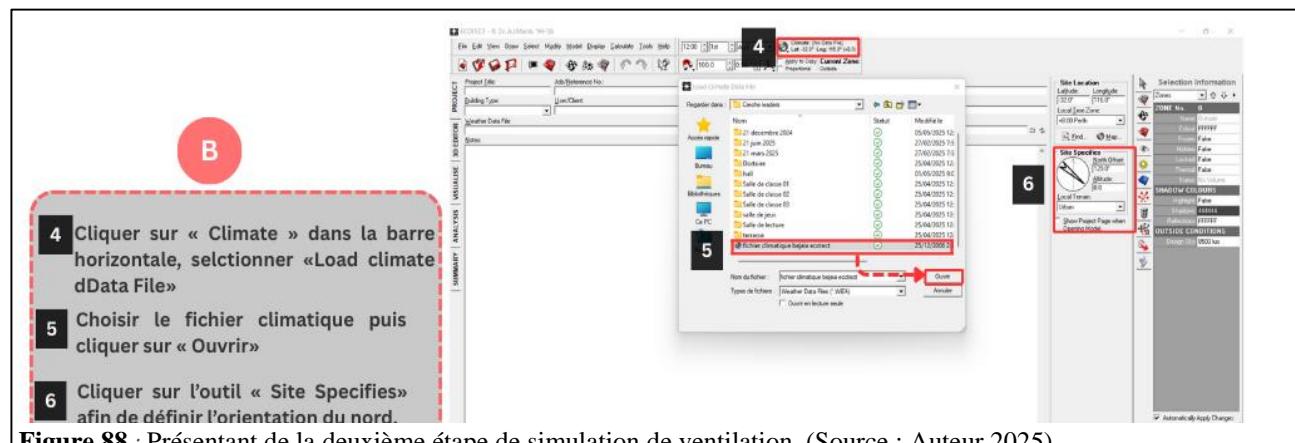


Figure 88 : Présentant de la deuxième étape de simulation de ventilation. (Source : Auteur,2025)

## ■ Etapes C

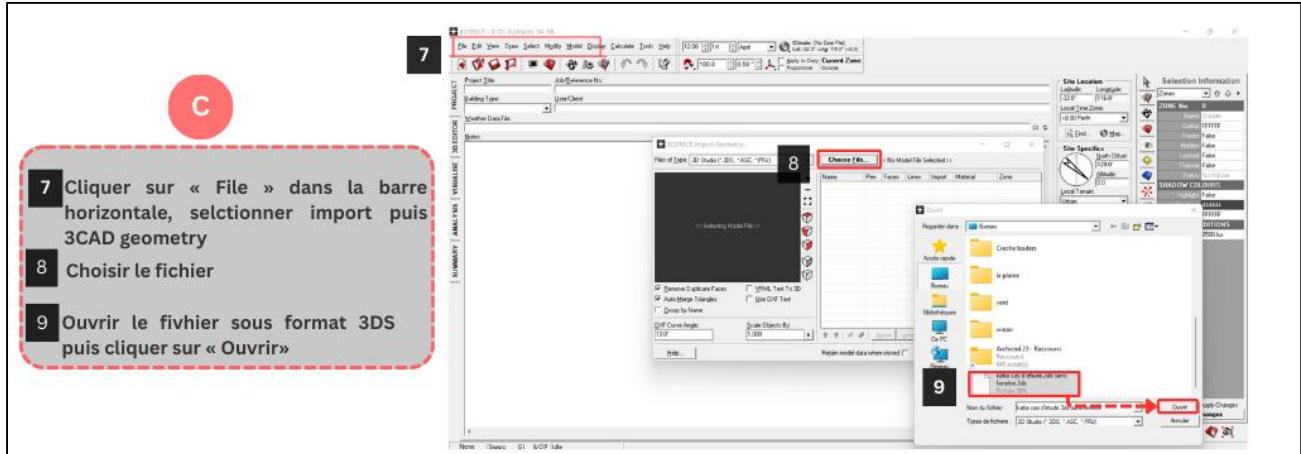


Figure 89 : Présentant de la troisième étape de simulation de ventilation.(Source: Auteur,2025)

## ■ Etapes D

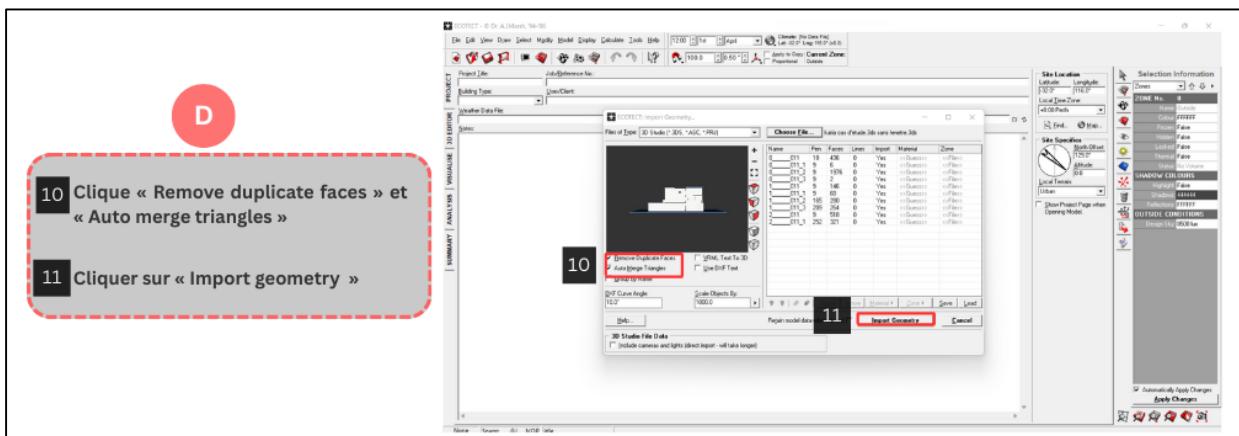


Figure 90 : Présentant de la quatrième étape de simulation de ventilation. (Source : Auteur,2025)

## ■ Etapes E

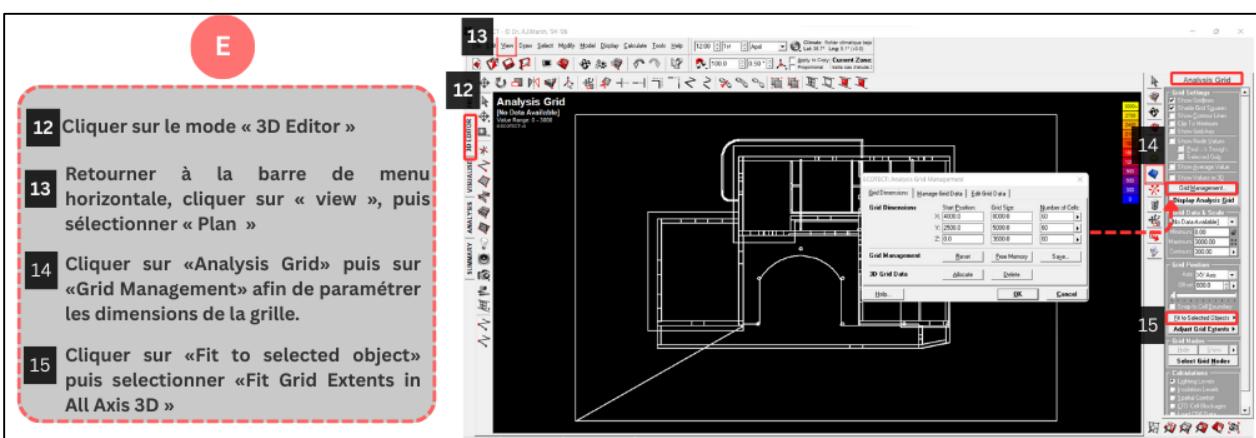
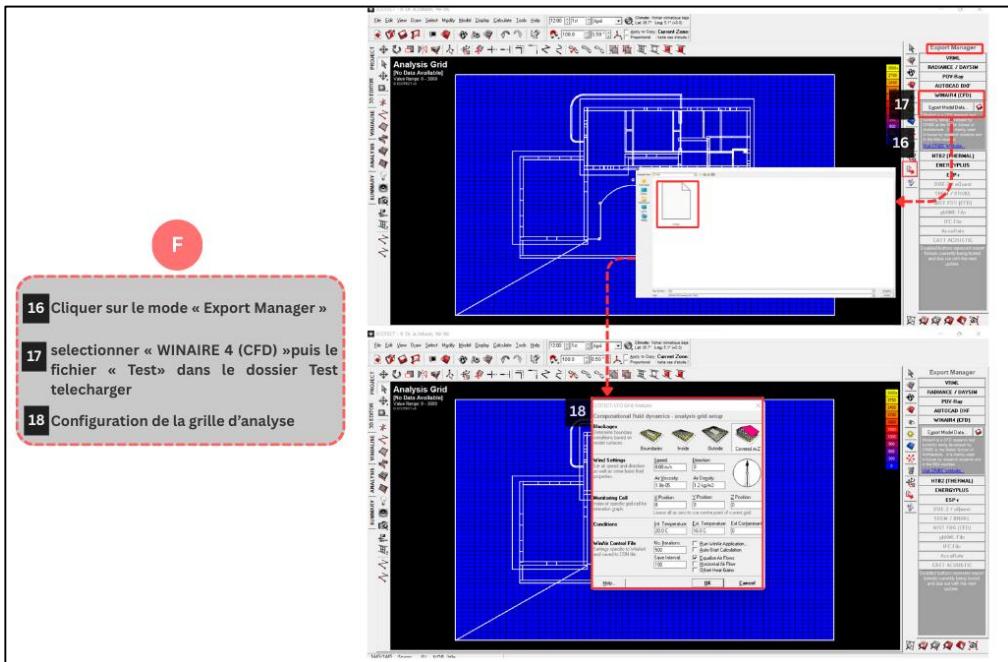


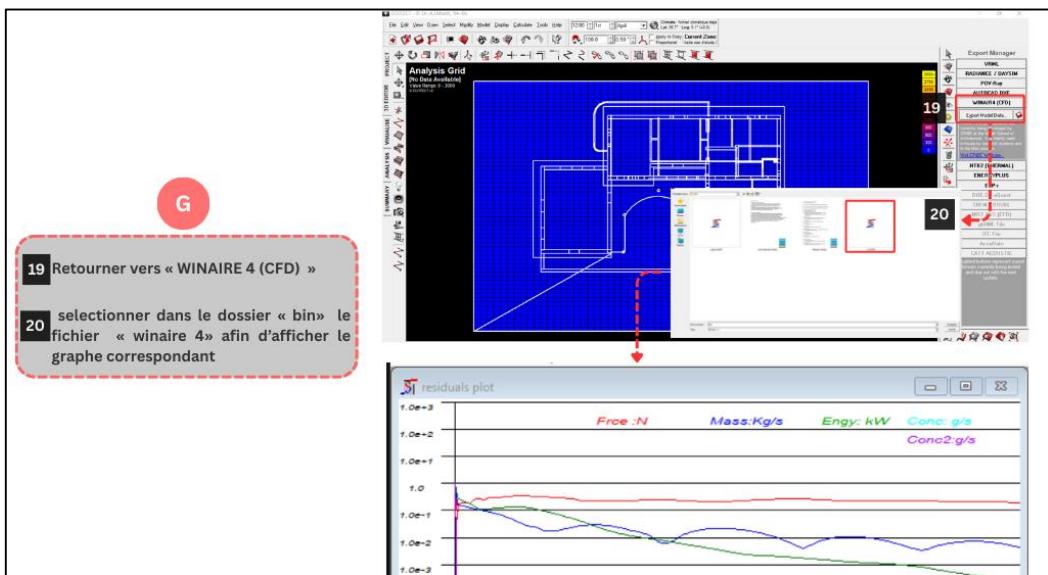
Figure 91 : Présentant de la cinquième étape de simulation de ventilation. (Source : Auteur,2025)

## Etapes F



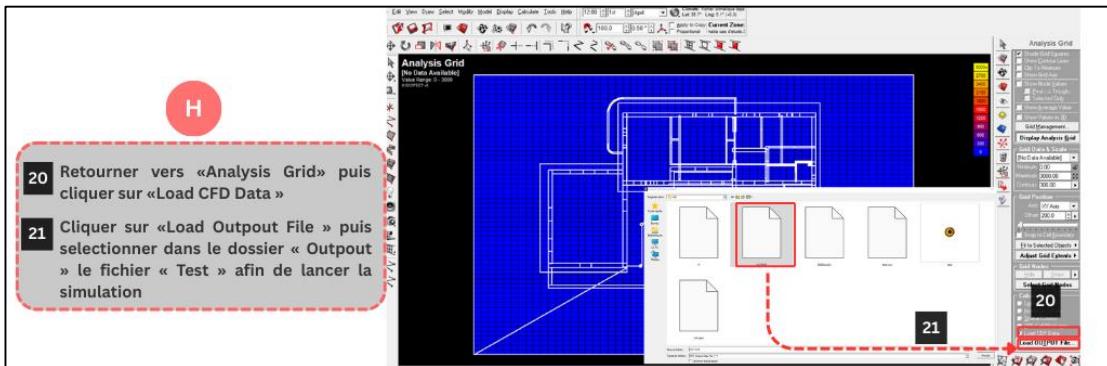
**Figure 92 :** Présentant de la sixième étape de simulation de ventilation. (Source : Auteur,2025)

## ■ Etapes G



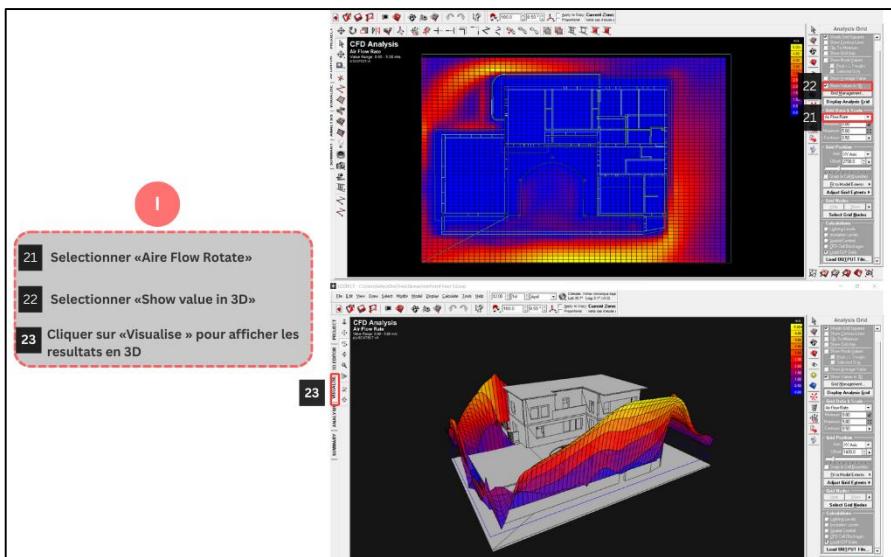
**Figure 93 :** Présentant de la septième étape de simulation de ventilation. (Source : Auteur,2025)

## ■ Etapes H



**Figure 94 :** Présentant de la huitième étape de simulation de ventilation. (Source : Auteur,2025)

## ■ Etapes I



**Figure 95 :** Présentant de la neuvième étape de simulation de ventilation.  
(Source : Auteur,2025)

### III.2.2. Étude qualitative

Une étude qualitative est une méthode de recherche qui vise à comprendre et à expliquer des phénomènes sociaux, des comportements, des expériences ou des points de vue dans leur contexte naturel, privilégiant la profondeur et la qualité des données plutôt que leur quantité. Contrairement à l'étude quantitative donne lieu à des résultats chiffrés et statistiques, l'étude qualitative mène à des résultats exprimés en mots, généralement basés sur des interprétations subjectives des témoignages ou observations.

#### III.2.2.1. Étude qualitative par enquête in situ

Après l'élaboration d'une étude objective (empirique et numérique), nous avons constaté l'absence d'une dimension essentielle à la compréhension globale de notre sujet : l'analyse du contexte réel d'usage et des comportements spontanés des usagers sur le terrain. Il s'agit ici

d'observer non seulement les faits, mais aussi les interactions entre les individus et leur environnement, éléments difficilement quantifiables mais riches en enseignements. Pour cette raison, nous avons choisi de recourir à l'enquête in situ comme méthode qualitative.

➤ **Définition de l'enquête in situ :**

Selon le dictionnaire Le Robert, l'enquête in situ désigne une méthode d'observation réalisée directement dans le lieu naturel où se déroule l'activité ou le phénomène étudié, permettant une compréhension fine et contextualisée des comportements et interactions sans déplacer les sujets dans un cadre artificiel. Elle offre ainsi une vision plus fidèle et contextualisée des phénomènes sociaux ou comportementaux.

➤ **Justification du choix de l'enquête in situ :**

L'enquête in situ a été choisie comme méthode d'investigation car elle permet une immersion directe dans le cadre éducatif des crèches. Elle offre une observation de terrain indispensable pour appréhender le vécu des enfants dans leur environnement quotidien. Cette méthode repose sur la présence du chercheur au sein même des espaces étudiés, ce qui permet de capter des éléments sensibles et concrets que d'autres approches plus abstraites ne peuvent révéler. L'observation sur site rend ainsi possible une lecture fine du contexte réel d'usage, en tenant compte des ambiances, des circulations, des postures, et de l'interaction globale entre l'espace architectural et les jeunes usagers. Cependant, en raison des restrictions d'accès aux enfants et du manque de coopération des éducateurs, il n'a pas été possible de mener des entretiens ou des observations interactives. Face à ces obstacles, l'enquête in situ s'est révélée être la méthode la plus adaptée, permettant de recueillir des données tout en respectant les règles de sécurité, d'éthique et de confidentialité

➤ **Objectifs de l'enquête in situ**

L'enquête in situ menée dans les deux cas d'études vise à répondre à un ensemble d'objectifs variés et complémentaires. Ces objectifs sont présentés de manière détaillée ci-dessous.

1. Analyser l'usage des espaces selon les moments de la journée
  - Identifier quels espaces sont utilisés à quels moments (accueil, repas, sieste, jeu, etc.).
  - Observer les transitions d'un espace à l'autre
2. Observer les activités pratiquées dans chaque espace
  - Noter les types d'activités
3. Évaluer la flexibilité et l'adaptabilité matérielle des espaces
  - Déterminer la capacité de l'espace à se transformer physiquement grâce à du mobilier modulable (tables, chaises, étagères), des équipements ajustables selon l'âge et la taille des enfants, une diversité de matériaux et textures, ainsi que des éléments amovibles comme tapis, coussins et cloisons mobiles
4. Évaluer la flexibilité et l'adaptabilité immatérielle
  - Déterminer la capacité de l'espace à s'adapter aux usages, rythmes et besoins des enfants à travers l'organisation des activités, l'interaction sociale, l'adaptation aux émotions et sensibilités, ainsi qu'une ambiance sensorielle incluant bruit, lumière, couleurs, odeurs et une stimulation cognitive équilibrée
1. Déterminer le niveau d'adaptabilité des espaces

- Croiser les observations matérielles et immatérielles pour attribuer un niveau d'adaptabilité
- 2. Recueillir des remarques qualitatives
- Noter tout ce qui n'est pas visible dans les colonnes précédentes

➤ **Condition de l'enquête in situ**

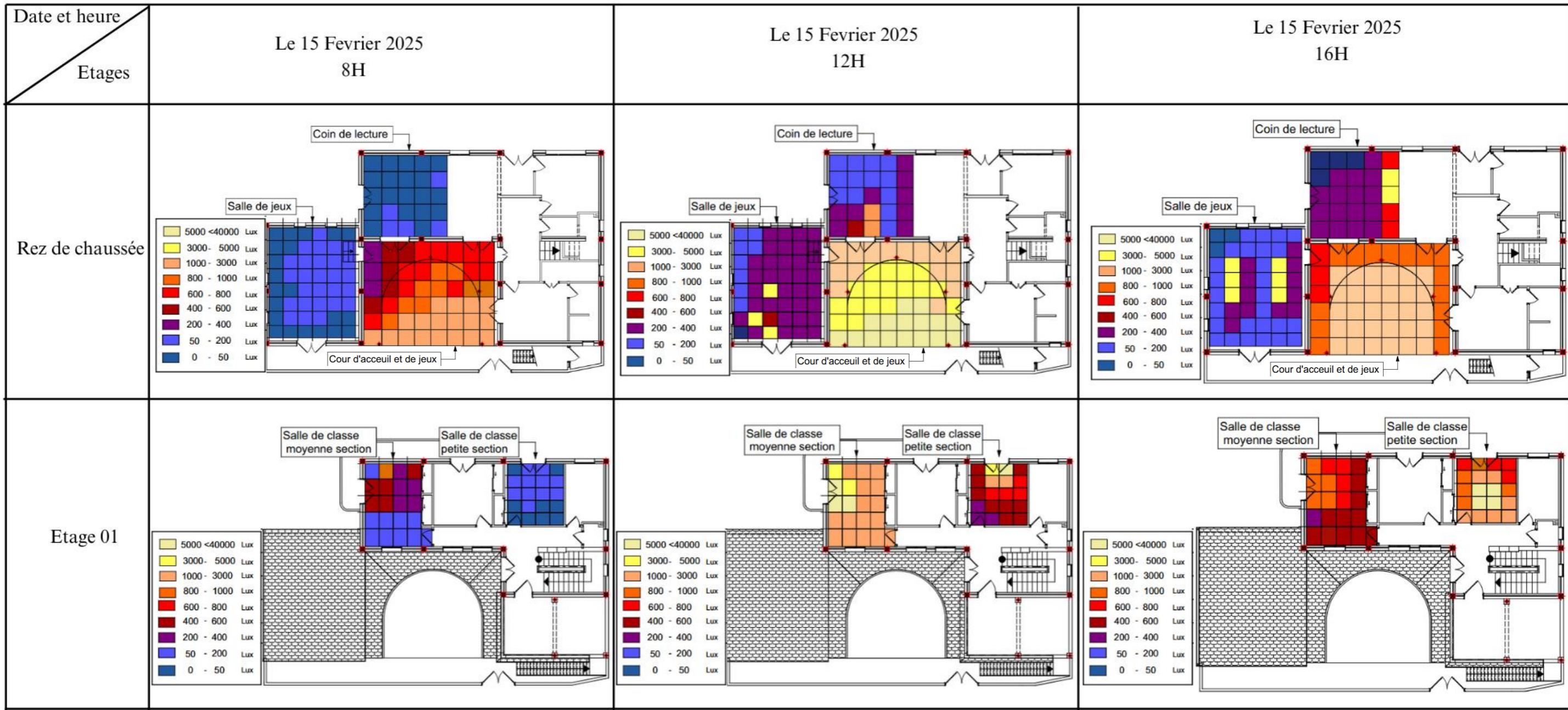
L'enquête in situ s'est déroulée au sein des deux cas d'étude sélectionnés, dans des conditions réelles de fonctionnement, afin de garantir des observations représentatives du quotidien. Elle a été menée en journée, en immersion partielle, en respectant les rythmes des enfants et les contraintes des équipes éducatives. L'observation s'est faite de manière discrète et non intrusive, sans perturber le déroulement des activités. Aucune intervention directe n'a été réalisée auprès des enfants, dans le respect des règles éthiques et de la confidentialité. Les données ont été collectées à travers une observation, des prises de notes, des croquis. Ces conditions ont permis de recueillir des informations riches, à la fois objectives et sensibles, sur l'usage et l'adaptabilité des espaces

### **III.3. Partie empirique**

Nous présenterons exclusivement les prises de mesures effectuées au sein de la crèche Les Leaders, les responsables de la crèche mes belles journées n'ayant pas donné leur autorisation pour la réalisation de ces relevés.

### III.3.1. Présentation des résultats des mesures de luminance

**Tableau 9 :** des résultats des mesures de luminance, cas de la crèche les leaders. (Source : Auteur, 2024)



### **III.3.1.1. Interprétation des prises de mesures de luminance**

#### **RDC**

##### **Le 15 Février à 8H**

- Salle de jeux : Éclairement de 13 à 77 lux, insuffisant pour les activités. Faibles dimensions et mauvaise orientation des ouvertures.
- Coin lecture : De 20 à 100 lux, sous-éclairage malgré la proximité des ouvertures, peu nombreuses et mal orientées.
- Hall central : De 297 à 1686 lux, grâce au patio central agissant comme puits de lumière. Lumière abondante mais risque d'éblouissement en matinée.

##### **Le 15 Février à 12h**

- Salle de jeux : De 72 à 3227 lux (pic ponctuel). Meilleure lumière mais toujours inégale et insuffisante sans éclairage artificiel.
- Coin lecture : De 105 à 2000 lux, toujours sous-éclairé dans l'ensemble malgré une orientation favorable.
- Hall central : Très forte intensité entre 1723 et 42105 lux due au soleil zénithal. Risques d'éblouissement et de gêne thermique.

##### **Le 15 Février à 16h**

- Salle de jeux : Éclairement très contrasté de 42 à 6271 lux, dû à l'orientation nord-ouest et aux ouvertures réduites.
- Coin lecture : De 147 à 15207 lux, avec des pics lumineux dus à l'orientation sud-est, inadapté à une lecture prolongée.
- Hall central : De 668 à 2968 lux, éclairage homogène mais avec zones de pics lumineux à réguler.

#### **Synthèse**

Les mesures montrent une grande variabilité lumineuse selon les espaces et les moments de la journée. La salle de jeux et le coin lecture présentent un éclairage souvent insuffisant et mal réparti, en raison d'ouvertures peu nombreuses, de petite taille ou mal orientées, ce qui limite considérablement l'apport en lumière naturelle, notamment en matinée. À l'inverse, le hall central bénéficie d'un éclairage naturel abondant et bien diffusé tout au long de la journée grâce à la présence d'un patio central jouant le rôle de puits de lumière. Toutefois, cette configuration engendre également des pics lumineux importants, surtout en milieu de journée, pouvant provoquer des phénomènes d'éblouissement ou de gêne thermique ponctuelle.

#### **Etage 01**

##### **Le 15 Février à 8H**

- Salle moyenne section : Éclairement de 102 à 777 lux, avec des pics lumineux près des ouvertures orientées sud-est, dépassant les 500 lux recommandés. Toutefois, des zones à l'arrière restent sous-éclairées (102 lux), en dessous du seuil de 300 lux.

- Salle petite section : Très faible éclairement, de 40 à 94 lux, y compris devant les fenêtres. L'insuffisance est due à une profondeur de 3,70 m pour une baie de seulement 1,20 m, limitant la pénétration de la lumière.

### **Le 15 Février à 12H**

- Salle moyenne section : Éclairement très élevé, de 1203 à 34729 lux, avec de fortes taches solaires près des ouvertures. Le soleil zénithal accentue le risque d'éblouissement.
- Salle petite section : Éclairement de 265 à 13750 lux. Quelques zones sont conformes, mais la majorité est soit sous-éclairée (zones profondes < 300 lux), soit surexposée (> 500 lux), causant des inconforts visuels

### **Le 15 Février à 16H**

- Salle moyenne section : De 342 à 1696 lux. Seules certaines zones respectent la plage 300–500 lux. Les autres dépassent les 500 lux, avec des pics lumineux causés par un éclairage direct rasant.
- Salle petite section : De 655 à 15660 lux, sans aucune zone dans la plage recommandée. Même les zones éloignées dépassent 700 lux, les ouvertures provoquant des taches lumineuses intenses dues à une orientation sud-est et une diffusion mal répartie

### **Synthèse**

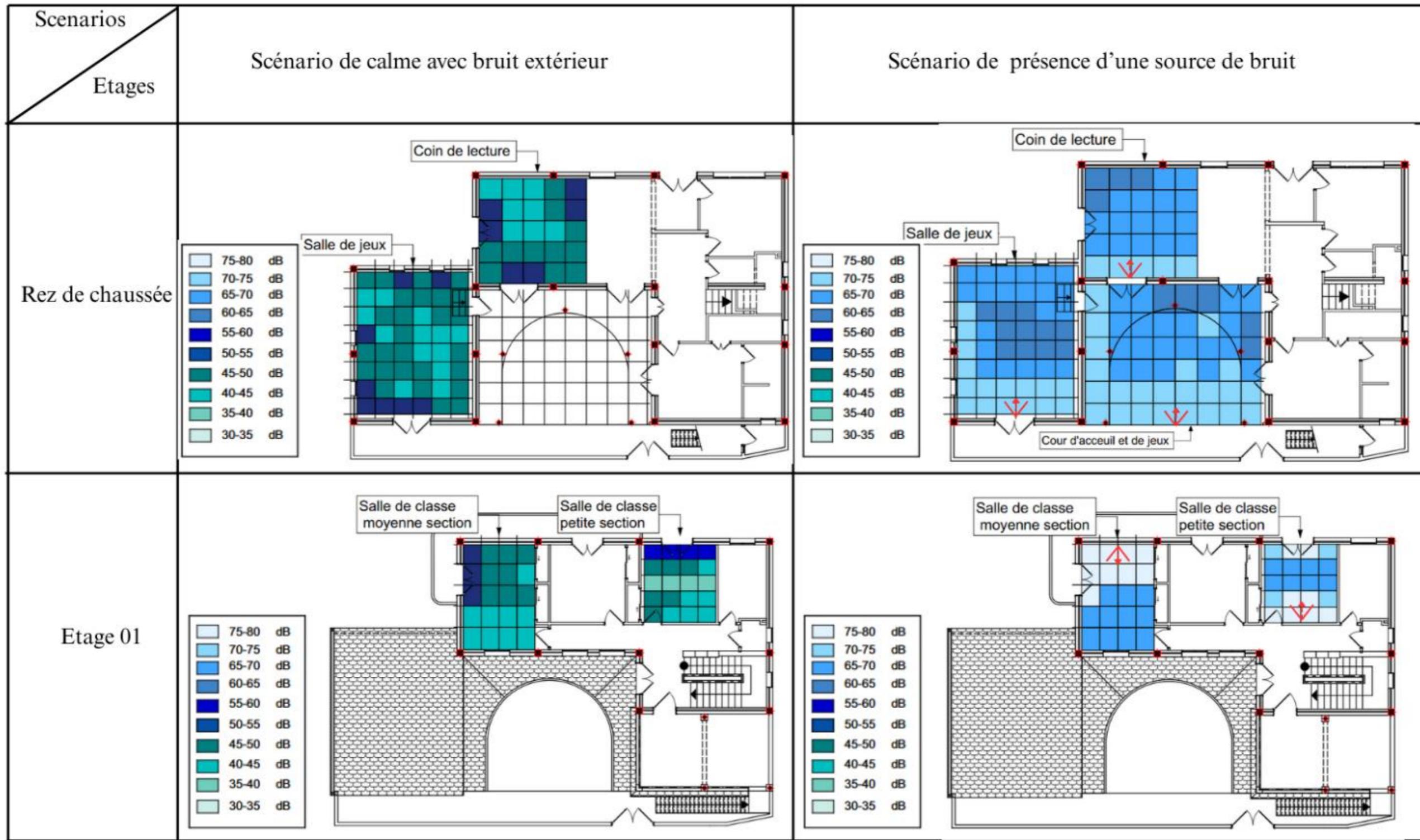
L'analyse des mesures d'éclairement au 1er étage révèle une forte variabilité lumineuse selon les espaces et les moments de la journée. Dans la salle de moyenne section, la lumière naturelle est abondante près des fenêtres mais insuffisante à l'arrière, surtout le matin. À midi, des pics lumineux importants provoquent un éblouissement, tandis qu'en fin de journée, l'éclairement devient plus homogène, bien que certaines zones restent surexposées. La salle de petite section présente des conditions encore plus problématiques, avec un manque de lumière marqué le matin, une surexposition près des fenêtres à midi, et des contrastes persistants en fin de journée, nuisant au confort visuel et à la concentration des enfants.

### **Synthèse global**

L'analyse de l'éclairage naturel révèle une répartition souvent inégale de la lumière dans les différents niveaux du bâtiment, avec des espaces trop sombres ou, au contraire, surexposés à certains moments de la journée. Les zones fermées manquent d'apport lumineux, tandis que d'autres, comme le hall ou les salles proches des fenêtres, subissent des pics d'éclairement causant éblouissement et inconfort. Ces déséquilibres affectent le confort visuel et thermique des enfants, mettant en évidence la nécessité d'ajustements architecturaux pour améliorer la qualité de l'ambiance lumineuse

### III.3.2. Présentation des résultats des mesures acoustiques

Tableau 10 : des résultats des mesures de acoustique, cas de la crèche les leaders. (Source : Auteur, 2024)



### **III.3.2.1. Interprétation des prises de mesures acoustique**

#### **Scénario de calme avec bruit extérieur**

##### **RDC**

Au niveau du rez-de-chaussée, les mesures acoustiques montrent des niveaux sonores dépassant la norme d'un environnement calme (20-40 dB) dans toutes les salles, même dans un scénario calme avec bruit extérieur.

- Dans le coin de lecture, les niveaux varient entre un minimum de 44 et un maximum de 55 dB, avec des zones plus calmes éloignées des ouvertures, et des zones plus bruyantes près des portes et fenêtres, où le bruit extérieur de la circulation s'infiltre.
- Dans la salle de jeux, les niveaux sonores mesurés vont d'un minimum de 40 à un maximum de 55 dB. Les zones proches des ouvertures atteignent le maximum, en raison du bruit extérieur (circulation, climatisation), tandis que les zones centrales, bien que plus protégées, dépassent aussi les seuils recommandés à cause du bruit ambiant constant de la zone résidentielle

#### **Synthèse**

Au rez-de-chaussée de la crèche, les mesures acoustiques révèlent un niveau sonore supérieur à celui attendu pour un environnement calme, même en l'absence d'activité humaine. Les bruits extérieurs, notamment liés à la circulation routière dense de la zone résidentielle, s'infiltrent dans les espaces intérieurs, particulièrement à travers les ouvertures comme les portes et les fenêtres. Les zones situées plus au centre des pièces sont légèrement moins exposées, mais restent affectées. Cette situation met en évidence un besoin d'amélioration de l'isolation acoustique du bâtiment pour garantir un environnement plus serein.

#### **Etage 01**

Au niveau de l'étage 01, les mesures acoustiques montrent des niveaux sonores dépassant la norme d'un environnement calme (20-40 dB) dans les deux salles de classe, même dans un scénario calme avec bruit extérieur.

- Dans la salle de classe moyenne section, les niveaux sonores varient entre un minimum de 42 et un maximum de 53 dB. Les zones calmes se trouvent loin des ouvertures, tandis que les plus bruyantes sont situées près des ouvertures, indiquant une forte influence du bruit extérieur lié à la circulation routière dense
- Dans la salle de classe petite section, les niveaux sonores vont d'un minimum de 38 à un maximum de 59 dB. Les zones centrales sont les plus calmes, tandis que les niveaux les plus élevés se trouvent près des entrées, où les ouvertures favorisent la transmission du bruit extérieur, amplifiée par une configuration plus ouverte.

#### **Synthèse**

Au premier étage de la crèche, les mesures acoustiques révèlent des niveaux sonores supérieurs à ceux recommandés pour un environnement calme, malgré un contexte sans activité humaine. Dans les deux salles de classe, le bruit extérieur, notamment celui de la circulation routière,

pénètre principalement par les ouvertures. Les zones les plus exposées se situent près des portes et fenêtres, tandis que les zones plus centrales restent légèrement protégées, bien que toujours concernées. Cette situation souligne l'impact important du bruit urbain sur le confort acoustique intérieur.

### **Scénario de calme avec bruit extérieur**

#### **RDC**

- Dans le coin lecture, les niveaux sonores vont de 64 à 72 dB, ce qui correspond à un niveau sonore fatigant. Les zones proches de la source et des ouvertures sont les plus bruyantes, en raison de l'absence de barrières acoustiques et de l'infiltration de bruits extérieurs. L'atténuation reste faible en s'éloignant de la source, révélant une isolation acoustique insuffisante.
- Dans la salle de jeux, les niveaux sonores varient entre 62 et 74 dB, indiquant un environnement bruyant et peu adapté aux jeunes enfants. Les zones proches des ouvertures et de la source sonore sont les plus exposées, tandis que les zones centrales sont légèrement plus calmes, mais restent insuffisamment atténueées. L'uniformité des niveaux révèle une mauvaise isolation acoustique, due à l'absence de matériaux absorbants et à la prédominance de surfaces réfléchissantes.
- Dans le patio couvert, les niveaux sonores élevés (62 à 73 dB) traduisent une ambiance bruyante et peu atténuee. La configuration ouverte et les matériaux réfléchissants favorisent la réverbération et une diffusion sonore uniforme, même en s'éloignant de la source.

#### **Synthèse**

Au rez-de-chaussée, l'ensemble des espaces observés présente une ambiance sonore globalement élevée et fatigante, en grande partie due à la présence d'une source sonore interne active, combinée à des infiltrations de bruit extérieur. Dans le coin lecture, la proximité immédiate de cette source et l'absence de barrières physiques favorisent la propagation du bruit, révélant une isolation acoustique insuffisante. La salle de jeux connaît une répartition sonore relativement homogène, avec des niveaux particulièrement élevés près des ouvertures, où l'action conjointe du bruit extérieur et de la source sonore interne renforce l'ambiance sonore. Dans le patio couvert, la configuration architecturale ouverte et l'utilisation de matériaux peu absorbants contribuent à la réverbération et au maintien d'un niveau sonore élevé, malgré une légère atténuation en s'éloignant de la source. Ces observations mettent en évidence des défauts d'isolation et d'aménagement acoustique dans l'ensemble du rez-de-chaussée.

#### **Etage 01**

- Dans la salle de classe moyenne section, les niveaux sonores varient entre un minimum de 66 dB et un maximum de 73 dB, indiquant une ambiance bruyante. Les niveaux les plus élevés se trouvent près des ouvertures et de la source sonore, tandis que les zones plus éloignées enregistrent une légère baisse. Toutefois, l'atténuation reste insuffisante, en raison d'une isolation acoustique médiocre et de surfaces réfléchissantes non traitées.
- Dans la salle de classe petite section, les niveaux sonores varient entre un minimum de 67 dB et un maximum de 77 dB, avec des pics près de la source sonore et au centre de la pièce.

Les valeurs restent élevées même près des ouvertures, en raison d'une isolation phonique faible et de surfaces vitrées réfléchissantes, entraînant une mauvaise atténuation du bruit dans l'ensemble de la salle.

## Synthèse

À l'étage 01, les deux salles de classe présentent des niveaux sonores globalement élevés, traduisant un environnement acoustique fatigant, inadapté pour de jeunes enfants. La présence d'une source sonore interne, combinée à une mauvaise isolation des ouvertures et à des matériaux réfléchissants, contribue à une répartition relativement homogène du bruit dans les deux espaces. Dans la salle de moyenne section, les zones proches de la baie vitrée et de la source sonore sont particulièrement bruyantes, tandis que l'atténuation vers les zones éloignées reste limitée. La salle de petite section affiche une situation encore plus critique, avec des niveaux sonores très élevés, même à distance de la source, ce qui révèle un défaut majeur d'absorption et de confinement acoustique. Ces conditions témoignent d'un manque de traitements adaptés pour assurer un confort sonore dans ces environnements éducatifs.

## Synthèse global

L'analyse acoustique de la crèche, dans les deux scénarios, met en évidence un confort sonore insuffisant à tous les niveaux du bâtiment. Les bruits extérieurs s'infiltrent par les ouvertures, même sans activité, et sont amplifiés par les sources sonores internes, en l'absence de traitements acoustiques adaptés. Le rez-de-chaussée et les salles de classe présentent des niveaux sonores élevés, nuisibles au bien-être des enfants, tandis que le dortoir reste insuffisamment protégé. Des améliorations sont nécessaires en isolation, en matériaux absorbants et en aménagements pour garantir un environnement adapté aux besoins éducatifs et de repos

## Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons analysé en profondeur deux cas d'étude : la crèche autonome Les Leaders et la crèche Mes Belles Journées, située à l'étage d'un habitat collectif. Ces deux exemples ont permis d'interroger concrètement la notion d'adaptabilité architecturale et ambiantale dans des établissements éducatifs accueillant un public particulièrement sensible.

Nous avons mis en œuvre deux méthodes d'analyse complémentaires. D'une part, une approche quantitative, reposant sur des prises de mesures *in situ* notamment pour le confort sonore et lumineux et numériques basées sur des simulations effectuées par des logiciels spécialisés pour chaque élément ambiant étudié. D'autre part, une approche qualitative, menée à travers une enquête *in situ* afin d'évaluer les perceptions et l'adaptabilité architecturale des lieux du point de vue des usagers.

Les résultats des prises de mesures présentés en fin de chapitre montrent des variations significatives en matière de confort acoustique et lumineux, mettant en évidence l'influence des choix architecturaux et des dispositifs techniques sur la qualité des ambiances. Enfin, l'ensemble de ces résultats a été synthétisé afin d'en tirer des conclusions significatifs, susceptibles d'orienter les pratiques futures en matière de conception et d'aménagement des établissements éducatifs, dans une perspective d'amélioration continue du bien-être et du confort des jeunes usagers.

**CHAPITRE IV :**

**Interprétation des résultats**

## Introduction

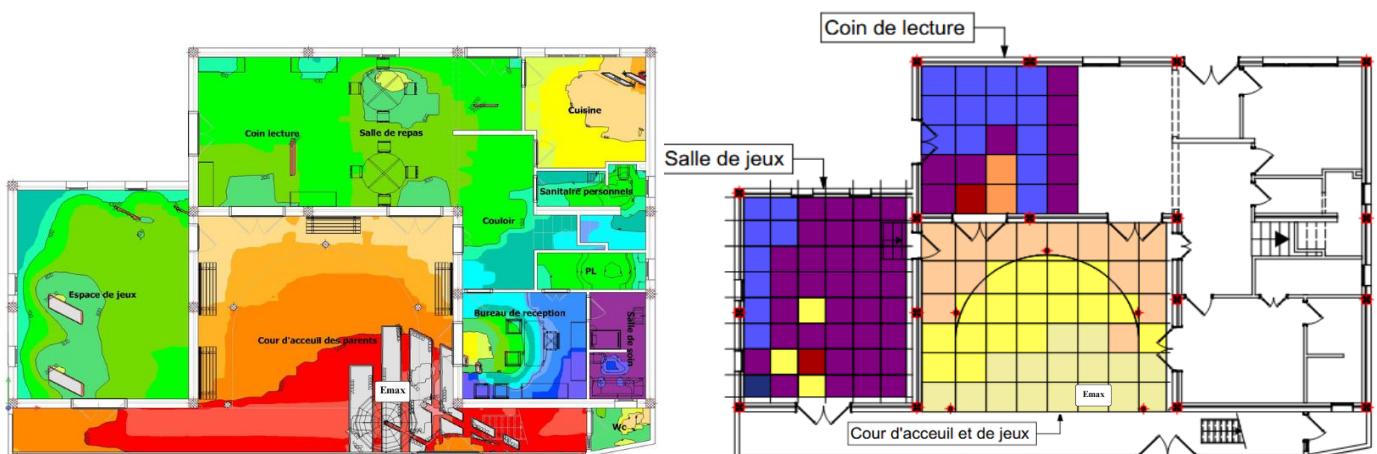
Dans le présent chapitre, nous allons présenter et analyser les résultats issus des différentes simulations menées dans le cadre de cette étude. Ces simulations ont été réalisées à l'aide de plusieurs logiciels spécialisés, dans le but de compléter les résultats obtenus par les prises de mesures sur le terrain. Le logiciel Dialux Evo a été utilisé pour simuler les niveaux d'éclairage naturel, tandis que le logiciel Ecotect a servi à simuler les performances acoustiques ainsi que la ventilation naturelle des espaces. Dans un premier temps, nous exposerons les résultats obtenus à travers ces simulations, accompagnés de leurs interprétations. Dans un second temps, nous présenterons les données recueillies lors de l'enquête in situ, afin de les confronter aux résultats numériques et de mieux cerner les écarts éventuels ou les concordances observées. Ce chapitre se conclura par une comparaison des différentes méthodes utilisées, dans le but de croiser les approches et d'enrichir l'évaluation globale des cas étudiés.

### IV.1. Présentation des résultats des simulations

#### IV.1.1. Vérification de la correspondance simulation -prise de mesure pour validation du choix du logiciel Dialux Evo

L'objectif principal de cette comparaison est de valider la fiabilité du modèle de simulation en le confrontant aux données issues d'un état réel, obtenu à travers des prises de mesures in situ. Cette étape vise à évaluer la concordance entre les résultats générés par la simulation numérique et ceux observés sur le terrain, et ainsi confirmer la pertinence du recours au logiciel utilisé dans notre démarche, en l'occurrence Dialux Evo.

L'opération de vérification a été réalisée au sein de la crèche Les Leaders le 15 février 2025 à 8h, étant donné qu'il s'agit du seul cas d'étude pour lequel il a été possible d'effectuer les prises de mesures sur site. En effet, pour la crèche mes belles journées, les prises de mesures n'ont pas pu être réalisées en raison de l'absence d'autorisation de la part des responsables. Dans le cadre de cette vérification, nous avons procédé à une comparaison des valeurs maximales issues des deux approches, afin d'évaluer le degré de correspondance entre elles, et par conséquent, la validité du modèle simulé.



**Figure 443:** Représentant d'une comparaison entre un résultat empirique et autre numérique le RDC de la crèche les leaders.  
(Source : Auteur,2025)

Les résultats déjà obtenus, que ce soit par les prises de mesure ou par la simulation dans la figure ci-dessous, montrent que :

- Emax au niveau de résultats de mesure in situ : 42105 Lux
- Emax au niveau de résultats de la simulation : 40000 Lux

$$42105 \text{ Lux} = 100 \%$$

$$\longrightarrow X = (40000 \times 100) / 42105 = 95\%$$

$$40000 \text{ Lux} = X$$

Ce pourcentage met en évidence une proximité significative entre les deux résultats obtenus. Ainsi, nous pouvons valider l'utilisation du logiciel Dialux Evo. Le pourcentage d'écart étant de seulement 5 % indique une concordance de 95 %, ce qui témoigne de la fiabilité du logiciel dans ce type d'analyse.

#### **IV.1.2. Présentation des résultats de la simulation avec le logiciel Dialux evo**

Le logiciel Dialux Evo a permis d'obtenir des résultats de simulation présentés sous forme de rendus graphiques, notamment par des courbes et des fausses couleurs représentant les niveaux d'éclairement. L'interprétation de ces résultats mettra particulièrement en lumière les cas les plus défavorables.

##### **IV.1.2.2. Interprétation des résultats des simulations cas de la crèche Les Leaders**

Dans le cadre de l'interprétation des résultats nous nous sommes concentrés sur les espaces d'apprentissage, de détente et de loisir.

**Le 21 Décembre 2024**

##### **Observations**

##### **RDC**

- **8h00 :** À 8h du matin, l'éclairement naturel est inégalement réparti : la cour d'accueil et de jeux, bien exposée, bénéficie d'une lumière abondante (250 à 500 lux), idéale pour les activités extérieures. En revanche, l'espace de jeu (5 à 25 lux) et le coin lecture (20 à 30 lux) sont faiblement éclairés, ce qui peut nuire à l'éveil, à la concentration et au confort visuel des enfants.
- **12h00 :** À midi, le plan d'éclairement montre une répartition lumineuse homogène qu'à 8h du matin. Les espaces d'apprentissage comme le coin lecture (orienté sud-est), la salle de repas, ainsi que l'espace de jeu intérieur (nord-ouest), présentent des niveaux d'éclairement conformes aux valeurs recommandées, se situant globalement entre 100 et 300 lux, favorisant ainsi une ambiance visuellement confortable pour des activités éducatives et ludiques. En revanche, la cour d'accueil des parents et de jeux, qui agit comme patio central,

affiche des niveaux très élevés, avec des pics dépassant 5000 lux, ce qui indique une valeur maximale excessive.

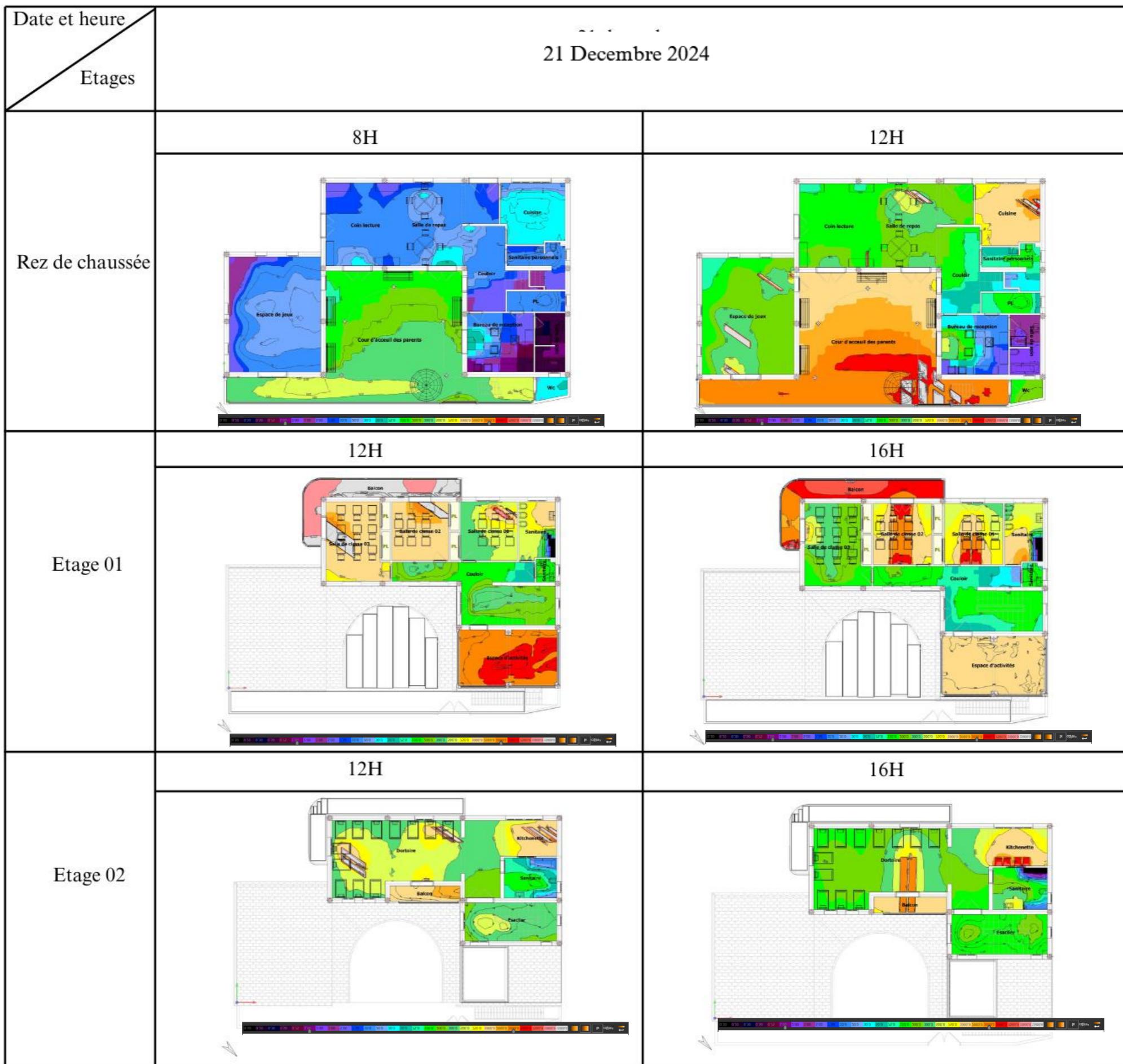
### **Etage 01**

- **12h00 :** À midi, l'éclairement naturel dans les salles de classe orientés sud-est révèle des contrastes marqués nécessitant une régulation. Les salles de classe 02(petite section) et 03(moyenne section) présentent des niveaux de lumière très élevés, compris entre 1 000 et 2 000 lux, accompagnés de taches solaires directement projetées devant les ouvertures. Cette surabondance lumineuse, bien qu'indicative d'une bonne exposition, peut nuire au confort visuel des enfants, provoquer de l'éblouissement et affecter leur concentration. À l'inverse, la salle de classe 01(petite section) bénéficie d'un éclairage plus homogène et conforme aux normes recommandées (300 à 500 lux), avec toutefois une zone localisée atteignant ponctuellement entre 1 000 et 5 000 lux, nécessitant un traitement pour éviter les contrastes trop importants.
- **16h00 :** À 16h l'éclairement naturel varie fortement entre les salles de classe orientés sud-est. La salle 03 (moyenne section) reste globalement dans les normes (250 à 500 lux), avec un léger excès localisé à 1 000 lux près de la fenêtre. En revanche, les salles 01 et 02(petite section) présentent une surexposition importante, atteignant jusqu'à 7 500 lux près des ouvertures. Ces niveaux trop élevés peuvent provoquer de l'éblouissement et nuire au confort visuel des enfants.

### **Etage 02**

- **12h00 :** À midi, l'éclairement naturel dans le dortoir orienté sud-est, on observe des valeurs d'éclairement allant de 100 jusqu'à 1000 lux, avec une majorité des zones affichant environ 500 lux, ce qui est nettement supérieur à la valeur recommandée de 100 lux pour ce type d'espace. Cette intensité lumineuse est particulièrement marquée à proximité des ouvertures, où apparaissent des tâches lumineuses atteignant des pics jusqu'à 1000 lux
- **16h00 :** A 16h dans le dortoir orienté sud-est, les niveaux d'éclairement varient entre 100 et 500 lux, avec une dominance de valeurs autour de 300 lux. Cette répartition montre une lumière naturelle relativement forte, notamment au centre de la pièce et devant les ouvertures, où l'on observe des tâches lumineuses atteignant jusqu'à 500 lux dépassant La norme recommandée pour un dortoir étant de 100 lux. Une telle intensité lumineuse peut provoquer un inconfort visuel, voire gêner les périodes de sieste ou de détente

**Tableau 11 :** des résultats des simulation Dialux de luminance 21 décembre 2024 , cas de la crèche les leaders. (Source : Auteur, 2025)



## Interprétation

Le 21 décembre 2024, l'éclairement naturel dans la crèche varie selon l'heure, l'orientation et la configuration des ouvertures. À 8h00, la cour d'accueil reçoit une lumière abondante grâce au patio central agissant comme puits de lumière, tandis que le coin lecture (sud-est) et la salle de jeu (nord-ouest) sont mal éclairés, en raison d'un manque d'ouvertures. À midi, le coin lecture bénéficie d'un bon éclairage, mais le patio est surexposé, nécessitant des protections solaires. Au premier étage, les salles sud-est reçoivent une lumière directe intense, créant des tâches solaires et un possible éblouissement. À 16h00, la lumière reste forte dans les salles 01 et 02, accentuant l'inconfort. Au deuxième étage, le dortoir sud-est est surexposé à midi et en fin de journée, avec une lumière trop intense pour le repos. Des volets sont donc systématiquement fermés à l'heure de la sieste pour préserver le confort visuel et le bien-être.

## Le 21 Juin 2025

Les valeurs relevées en mars et en juin se rapprochent fortement, nous nous concentrerons ici sur l'interprétation des résultats du mois de juin

## Observations

### RDC

- **8h00 :** À 8h du matin, l'éclairement naturel dans la crèche varie considérablement selon les espaces. Le coin lecture orienté sud est reçoit une lumière modérée, entre 100 et 300 lux, mais peut atteindre 500 lux près des portes, L'espace de jeux orienté nord-ouest présente des tâches solaires localisées près des fenêtres, générant des contrastes lumineux perturbants. Enfin, la cour d'accueil des parents est particulièrement exposée, avec des niveaux dépassant 5000 lux et des pics atteignant 20000 lux, créant un environnement thermique et visuel très inconfortable
- **12h00 :** Les conditions d'éclairement présentent quelques différences notables par rapport aux relevés de 8h du matin. Les tâches solaires dans la cour d'accueil des parents sont désormais concentrées au centre, atteignant des niveaux extrêmement élevés, jusqu'à 60000 lux, créant un environnement visuel et thermique particulièrement inconfortable .Dans l'espace de jeux orienté nord-ouest, les tâches solaires ont complètement disparu, offrant un éclairage plus homogène et mieux adapté aux activités éducatives .Quant au coin lecture orienté sud-est, les valeurs lumineuses ont légèrement diminué, mais les niveaux les plus élevés restent concentrés près des ouvertures, créant toujours un risque de reflets gênants et de surchauffe localisée.

### Etage 01

- **12h00 :** À midi, les salles de classe orientées sud-est présentent des variations importantes de lumière naturelle. La salle 03 (moyenne section) affiche des niveaux entre 500 et 3000 lux, avec des pics de 2000 à 3000 lux près des fenêtres, entraînant un fort risque d'éblouissement. La salle 02 (petite section) connaît des valeurs similaires, de 1000 à 3000 lux, également concentrées près des ouvertures, nécessitant des mesures de protection. En

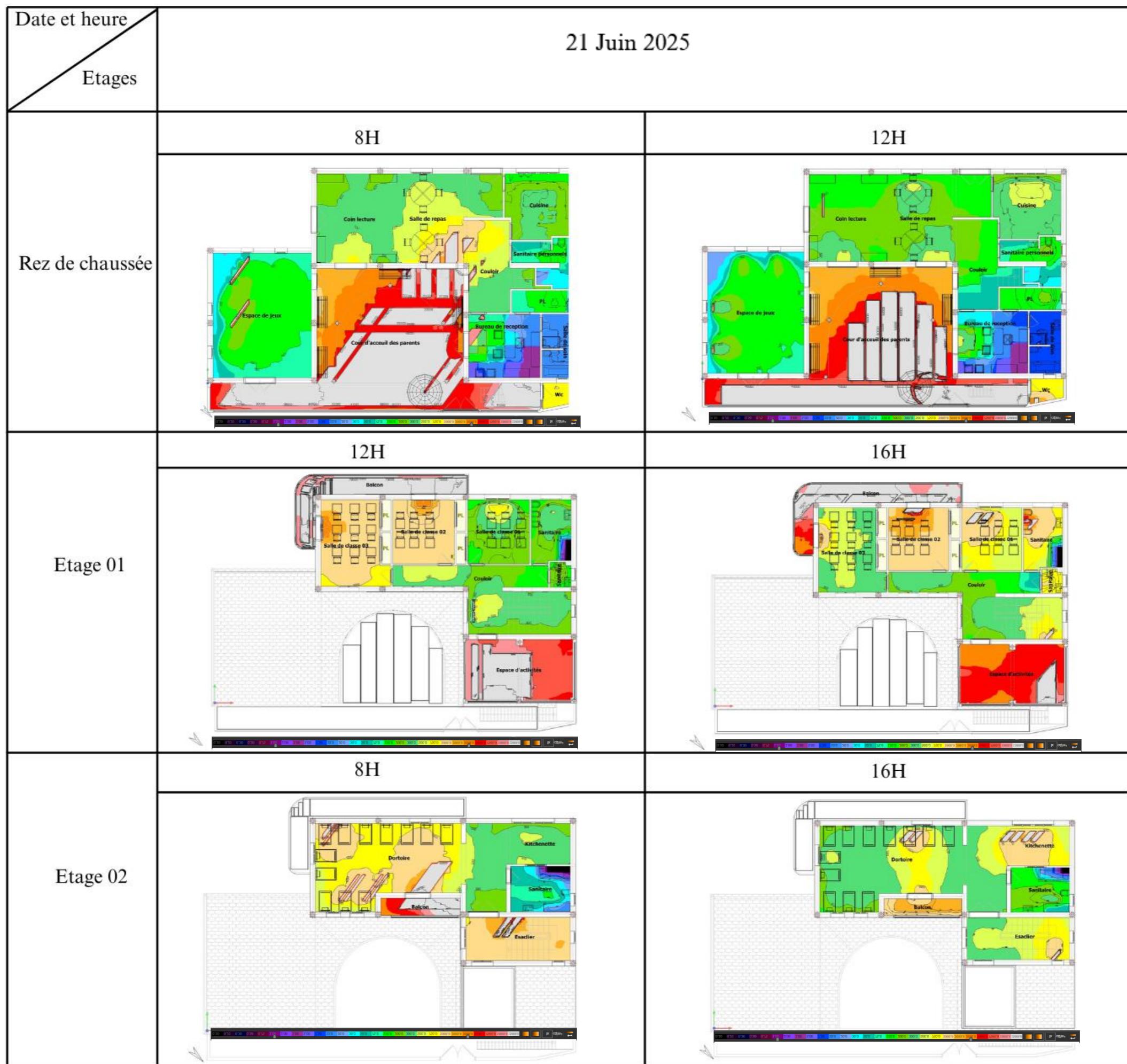
comparaison, la salle 01 (petite section) bénéficie d'un éclairage plus homogène, généralement entre 300 et 500 lux, avec quelques pics localisés près de la fenêtre.

- **16h00** : À 16h, les salles de classe sud-est montrent des écarts importants d'éclairement. La salle 02 (petite section) atteint entre 1000 et 3000 lux, avec des taches solaires jusqu'à 20 000 lux près des ouvertures, provoquant un inconfort visuel. La salle 01 (petite section) est un peu moins exposée (500 à 1000 lux), mais les fenêtres laissent passer des pics jusqu'à 15 000 lux, nécessitant des protections. La salle 03 (moyenne section) bénéficie d'un éclairage homogène (300 à 500 lux au centre), avec quelques pics de 1000 à 3000 lux près des baies vitrées, posant un risque d'éblouissement

## **Etage 02**

- **8h00** : À 8h du matin, le dortoir orienté sud-est présente des niveaux d'éclairement naturel compris entre 500 et 1000 lux, Les zones situées à proximité des fenêtres, en particulier au centre de la pièce et devant les ouvertures, atteignent jusqu'à 1000 lux avec des taches solaires atteignant jusqu'à 20 000 lux devant les ouvertures. Ces valeurs, bien supérieures à la norme de 100 lux pour un espace de repos, peuvent entraîner un fort inconfort visuel et nuire à l'ambiance apaisante attendue dans un dortoir.
- **16h00** : À 16h, le dortoir orienté sud-est présente des niveaux d'éclairement variant entre 100 et 500 lux, avec des pics atteignant 1000 lux près des fenêtres et jusqu'à 20 000 lux sous forme de taches solaires à l'entrée de la pièce. Ces valeurs dépassent largement la recommandation de 100 lux pour un espace de repos, Cette surexposition génère un risque important d'éblouissement et un inconfort visuel. En revanche, la seconde zone, située au fond du dortoir, offre un éclairement plus modéré, entre 100 et 300 lux, plus proche des normes.

**Tableau 12 :** des résultats des simulation Dialux de luminance 21 juin 2025 , cas de la crèche les leaders. (Source : Auteur, 2025)



## **Interprétation**

Le 21 juin 2025, solstice d'été, la position du soleil accentue les contrastes lumineux et thermiques dans la crèche. À 8h, le coin lecture sud-est est modérément éclairé, offrant un cadre apaisant, tandis que la cour d'accueil, sans ombrage, subit une forte lumière directe, entraînant un inconfort dès le matin. À midi, cette surexposition devient extrême. En revanche, l'espace de jeux nord-ouest bénéficie d'un éclairage plus homogène, propice aux activités calmes. À l'étage, les salles sud-est reçoivent une lumière intense à 12h, causant un fort éblouissement, surtout dans la salle 02 non protégée. La salle 01, partiellement ombragée par des arbres, reste plus confortable. À 16h, la lumière oblique renforce l'éblouissement en salle 02. Le dortoir sud-est est également sureposé dès 8h et jusqu'à la fin de journée, avec une lumière excessive perturbant le sommeil des enfants. Ces conditions soulignent la nécessité d'une régulation précise de la lumière naturelle pour garantir le confort et le bien-être.

## **Synthèse**

L'analyse des journées les plus défavorables de l'année du 21 décembre, 21 mars et 21 juin montre que l'éclairement naturel dans la crèche varie fortement selon la saison, l'orientation et la présence de protections solaires. En hiver (21 décembre), le soleil bas limite l'apport lumineux dans certains espaces, mais provoque aussi des surexpositions localisées dans les pièces orientées sud-est. À l'équinoxe (21 mars), les conditions sont plus équilibrées, mais l'absence de dispositifs de modulation rend certains espaces encore inconfortables. En été (21 juin), le soleil haut entraîne une lumière intense et prolongée, créant des situations de surexposition thermique et visuelle dans presque tous les espaces non protégés, notamment les salles de classe, la cour d'accueil et le dortoir. Ces dates représentant les configurations les plus défavorables de l'année en termes d'éclairement, les résultats mettent en évidence une conception encore insuffisamment régulée pour garantir un confort lumineux constant. Une meilleure maîtrise de la lumière par des protections adaptées (volets, casquettes, végétation) serait nécessaire pour assurer un bien-être optimal en toutes saisons.

### **IV.1.2.3. Interprétation des résultats des simulation cas de la crèche Mes Belles Journées**

Dans le cadre de l'interprétation des résultats nous nous sommes concentrés sur les espaces d'apprentissage, de détente et de loisir.

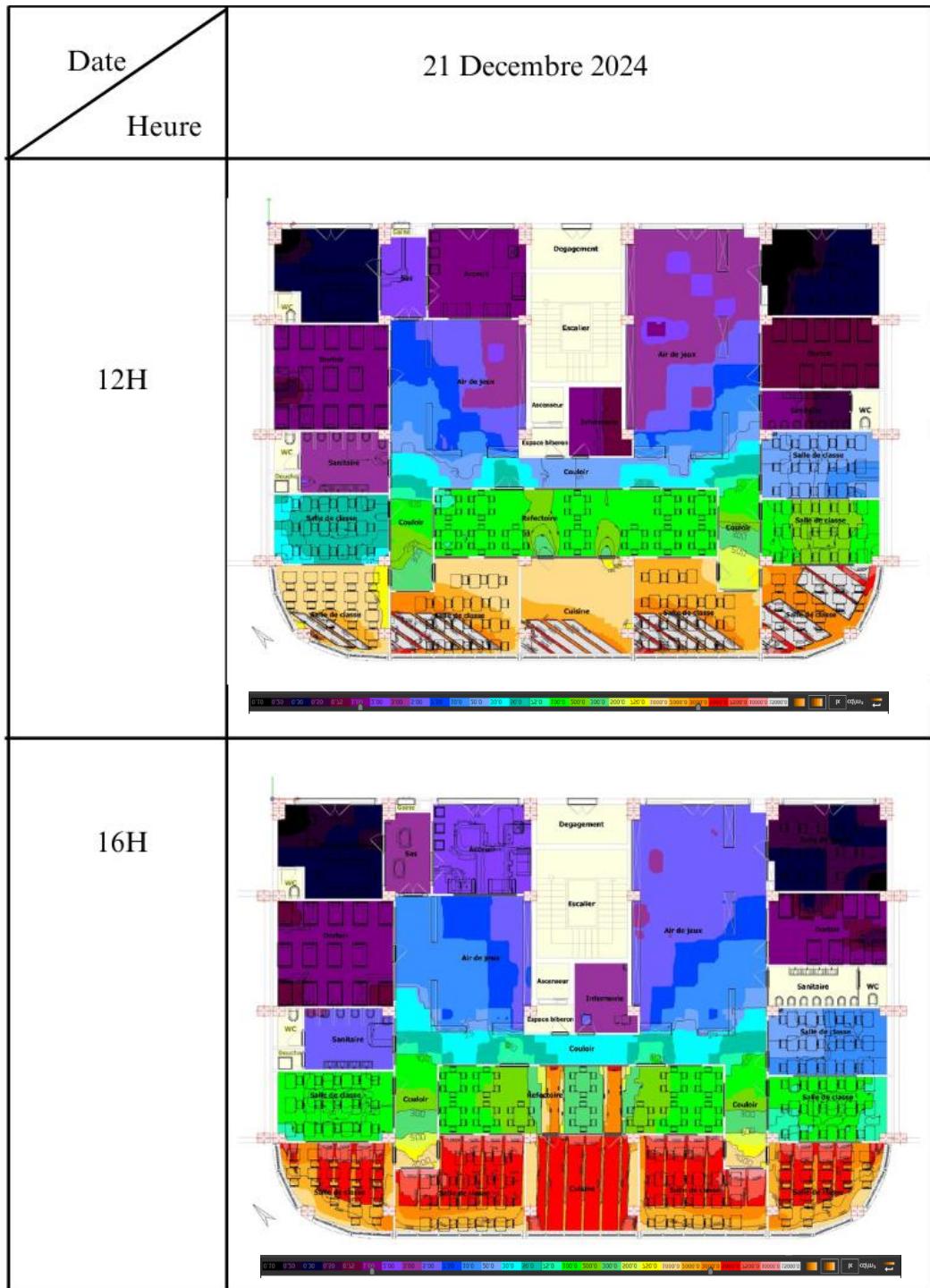
#### **Le 21 Décembre 2024**

##### **Observations**

**12h00 :** À midi, l'éclairement dans la crèche varie selon l'orientation. Les salles plein sud reçoivent 1000 à 3000 lux, avec des pics à 20000 lux près du mur rideau, dépassant largement les 300 à 500 lux recommandés, causant un inconfort sans protections. En sud-est, la première salle atteint 100 à 300 lux (acceptable), la seconde seulement 10 à 20 lux (insuffisant). La salle sud-ouest reste faible (30 à 60 lux). Les salles nord-est, très en retrait, sont sous les 5 lux, rendant l'éclairage artificiel indispensable. Les aires de jeux (3 à 20 lux) sont bien en dessous des 200 à 300 lux nécessaires. Les dortoirs nord-est et nord-ouest reçoivent aussi moins de 5 lux, conforme à la norme de 100 lux max pour le sommeil.

**16h00 :** À midi, l'éclairement varie selon l'orientation. Les salles plein sud reçoivent 1000 à 3000 lux, avec des pics à 20000 lux près du mur rideau, dépassant largement la norme de 300 à 500 lux, causant un inconfort sans protections. En sud-est : 100 à 300 lux dans la première salle, 10 à 20 lux dans la seconde. En sud-ouest : 30 à 60 lux. Les salles nord-est ne dépassent pas 5 lux, rendant l'éclairage artificiel indispensable. Les aires de jeux (3 à 20 lux) sont très insuffisantes, tout comme les dortoirs nord-est et nord-ouest (moins de 5 lux), ce qui reste adapté à leur usage ( $\leq 100$  lux)

**Tableau 13 :** des résultats des simulation Dialux de luminance 21 décembre 2024 , cas de la crèche mes belles journées (Source : Auteur, 2025)



## **Interprétation**

Le 21 décembre, la faible hauteur du soleil favorise les espaces orientés plein sud, fortement éclairés dès le matin grâce aux murs rideaux, avec des taches solaires marquées. À 16h, la lumière pénètre profondément, générant un éclairement excessif sans protections solaires, d'où l'usage de rideaux filtrants. En revanche, les autres orientations, moins ouvertes sur l'extérieur, reçoivent peu de lumière, celle-ci transitant uniquement par des percements internes. Ainsi, les salles sud-est, sud-ouest, nord-est, les aires de jeux et les dortoirs restent faiblement éclairés, surtout en fin de journée. Ces disparités s'expliquent par l'implantation du bâtiment, l'orientation des façades et la configuration des ouvertures

## **Le 21 Juin 2025**

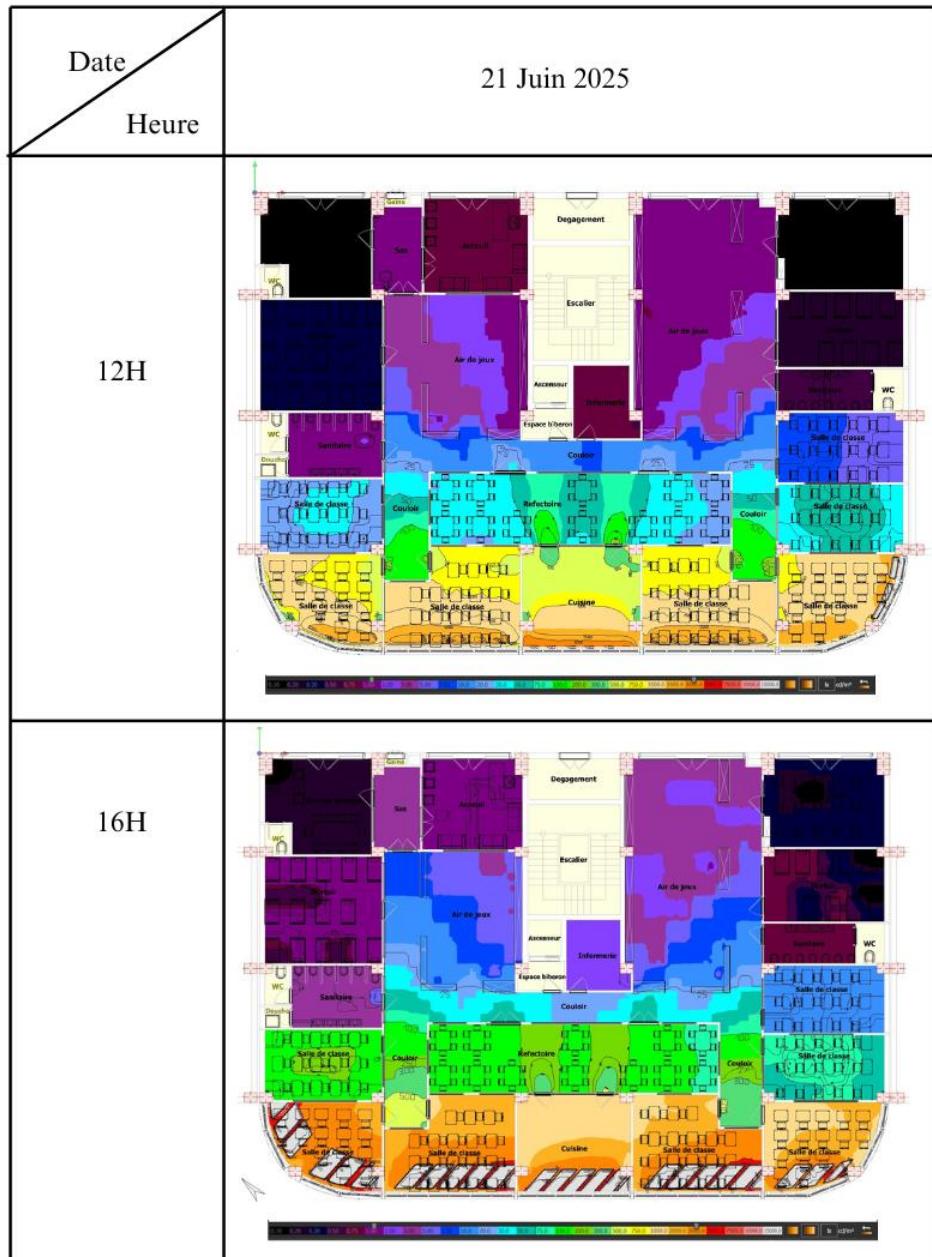
Les valeurs relevées en mars et en juin se rapprochent fortement, nous nous concentrerons ici sur l'interprétation des résultats du mois de juin

### **Observations**

**12h00 :** À midi, l'éclairement naturel dans cet établissement éducatif varie fortement selon l'orientation et la profondeur des espaces. Les salles de classe au sud reçoivent un apport lumineux très élevé 500 à 2000 lux, avec des pics devant le mur rideau, dépassant les normes recommandées de 300 à 500 lux, ce qui peut générer un inconfort sans protections solaires. À l'est, l'éclairement chute en profondeur : la première salle atteint 30 à 50 lux, la seconde seulement 7 à 10 lux. La salle sud-ouest reste aussi sous-éclairée (20 à 50 lux). Au nord-est, la salle en retrait reçoit moins de 5 lux, insuffisant pour un usage pédagogique sans lumière artificielle. Les aires de jeux centrales présentent un éclairement très faible (3 à 20 lux), bien en dessous des 200 à 300 lux nécessaires pour une activité motrice sécurisée. En revanche, les dortoirs au nord, avec moins de 5 lux, respectent les normes favorisant le sommeil maximum 100 lux.

**16h00 :** À 16h, la répartition de la lumière naturelle dans l'établissement est très contrastée. Les salles de classe au sud bénéficient d'un éclairage intense (jusqu'à 3000 lux, avec des taches solaires atteignant à 20 000 lux près des murs rideaux, dépassant les normes et nécessitant des protections solaires. En revanche, les salles au sud-est et sud-ouest sont moins bien éclairées (20 à 300 lux), parfois insuffisamment pour un usage pédagogique. Les espaces au nord-est et les aires de jeux centrales restent sous-éclairés (moins de 20 lux), ce qui nuit à leur bon fonctionnement. Les dortoirs conservent un niveau faible (moins de 5 lux), adapté au repos, respectent les normes favorisant le sommeil maximum 100 lux.

**Tableau 14 :** des résultats des simulation Dialux de luminance 21 décembre 2024 , cas de la crèche mes belles journées (Source : Auteur, 2025)



### Interprétation

Le 21 juin, la répartition de la lumière naturelle dans l'établissement varie fortement selon l'heure et l'orientation. À midi, les salles plein sud avec murs rideaux reçoivent une lumière verticale très intense, causant un risque d'éblouissement atténué par des rideaux. En fin d'après-midi, la lumière devient plus rasante, accentuant les contrastes et renforçant ce besoin de protection. Les salles sud-est et sud-ouest, sans ouvertures directes, reçoivent peu de lumière et dépendent de l'éclairage artificiel. Les espaces nord-est et centraux restent dans l'ombre, rendant leur usage difficile sans apport lumineux supplémentaire. Les dortoirs nord conservent un éclairage faible mais adapté au repos. L'absence d'ouvertures sur les autres façades que le sud explique ce déséquilibre

## Synthèse

L'analyse des journées types du 21 décembre, 21 mars et 21 juin montre des contrastes saisonniers marqués dans l'éclairement naturel, liés à l'orientation et à la configuration du bâtiment. Les salles plein sud, équipées de murs rideaux, sont surexposées toute l'année : lumière rasante en hiver, pénétration profonde au printemps, et forte intensité en été, ce qui impose l'usage constant de rideaux pour limiter l'éblouissement. À l'inverse, les espaces sans ouvertures directes (sud-est, sud-ouest, nord-est, nord-ouest, et zones centrales) sont globalement peu éclairés. En hiver, la lumière n'atteint pas l'intérieur ; au printemps et en été, l'amélioration reste limitée faute d'ouvertures efficaces. Ce déséquilibre, entre surexposition au sud et sous-exposition ailleurs, souligne la nécessité d'une révision architecturale intégrant une meilleure répartition des ouvertures, des dispositifs de diffusion ou de réflexion, et des protections solaires adaptées.

## Synthèse global

En faisant une comparaison entre les deux types de crèches suite à l'interprétation des résultats des simulations. La crèche Les Leaders et la crèche Mes Belles Journées partagent des problèmes similaires d'éclairement naturel, mais la crèche Les Leaders semble légèrement plus confortable en termes de gestion de la lumière, malgré l'absence de protections solaires. Bien que des surexpositions existent dans les espaces sud-est et une lumière intense en été, l'absence de zones complètement privées de lumière comme celles dans la deuxième crèche, permet un éclairage plus équilibré dans l'ensemble. En revanche, la crèche Mes Belles Journées souffre davantage d'un manque de lumière dans certaines zones, rendant l'éclairement plus inégal tout au long de l'année. En conclusion, bien que les deux crèches nécessitent des améliorations architecturales, la crèche Les Leaders, bien que sans protections solaires, présente un confort lumineux globalement plus satisfaisant que Mes Belles Journées, qui subit un déséquilibre plus prononcé.

### IV.1.2. Présentation des résultats de la simulation avec le Ecotect Analysis

Dans le cadre de notre étude, le logiciel Ecotect Analysis pour simuler et comparer l'acoustique et la ventilation de deux établissements éducatifs. Nous allons d'abord présenter les résultats des simulations acoustiques, puis ceux des simulations de ventilation, pour chacun des deux cas d'étude.

#### IV.1.2.1. Interprétation des résultats des simulations acoustiques

Avant d'interpréter les résultats de simulation acoustique, il est essentiel de comprendre la légende d'Ecotect Analysis, où chaque particule représente un type de comportement sonore : son direct, réfléchi utile, écho, réverbération, son de bordure ou masqué.

**Vert (Direct)** : Représente le son direct, c'est-à-dire le son qui va de la source sonore jusqu'à l'auditeur sans être réfléchi. C'est le son le plus clair et le plus utile pour la compréhension.

**Jaune (Useful)** : représente un son réfléchi une ou quelques fois, qui reste compréhensible et contribue à la clarté du message.

**Orange (Border)** : Zone de transition où le son commence à perdre en efficacité acoustique.

**Rouge (Echo)** : Réflexion tardive perturbant la compréhension, surtout en contexte éducatif.

**Cyan (Reverb)** : traduit une réverbération importante, générée par de multiples réflexions ; cela peut alourdir l'ambiance sonore et fatiguer l'écoute.

**Bleu foncé (Masked)** : désigne un son masqué, rendant la communication difficile.

### **Cas 01 : Crèche les leaders**

Dans le cadre de l'interprétation des résultats nous nous sommes concentrés sur les espaces d'apprentissage, de détente et de loisir les plus défavorables.

#### **Rez de chaussée**

##### **Observation**

###### **➤ Coin de lecture**

Temps 01 : Le son direct (vert) est dominant et se propage frontalement jusqu'à un obstacle, sans interférences. L'environnement sonore est clair, assurant une excellente intelligibilité.

Temps 02 : Le champ acoustique se complexifie avec l'apparition d'échos (rouge), de réverbérations (cyan) et surtout de sons masqués (bleu foncé). Des superpositions (rose) brouillent le message sonore, créant un environnement chargé et confus.

Temps 03 : Les réverbérations (cyan) prennent le dessus. Les échos (rouge) persistent, les superpositions (rose) s'intensifient, et des particules jaunes apparaissent près des ouvertures. Le son direct devient presque inaudible dans un champ saturé de réflexions.

Temps 04 : Le son direct disparaît complètement. L'espace est envahi par des sons masqués et des réverbérations résiduelles, rendant toute communication sonore inintelligible

###### **➤ Salle de jeux**

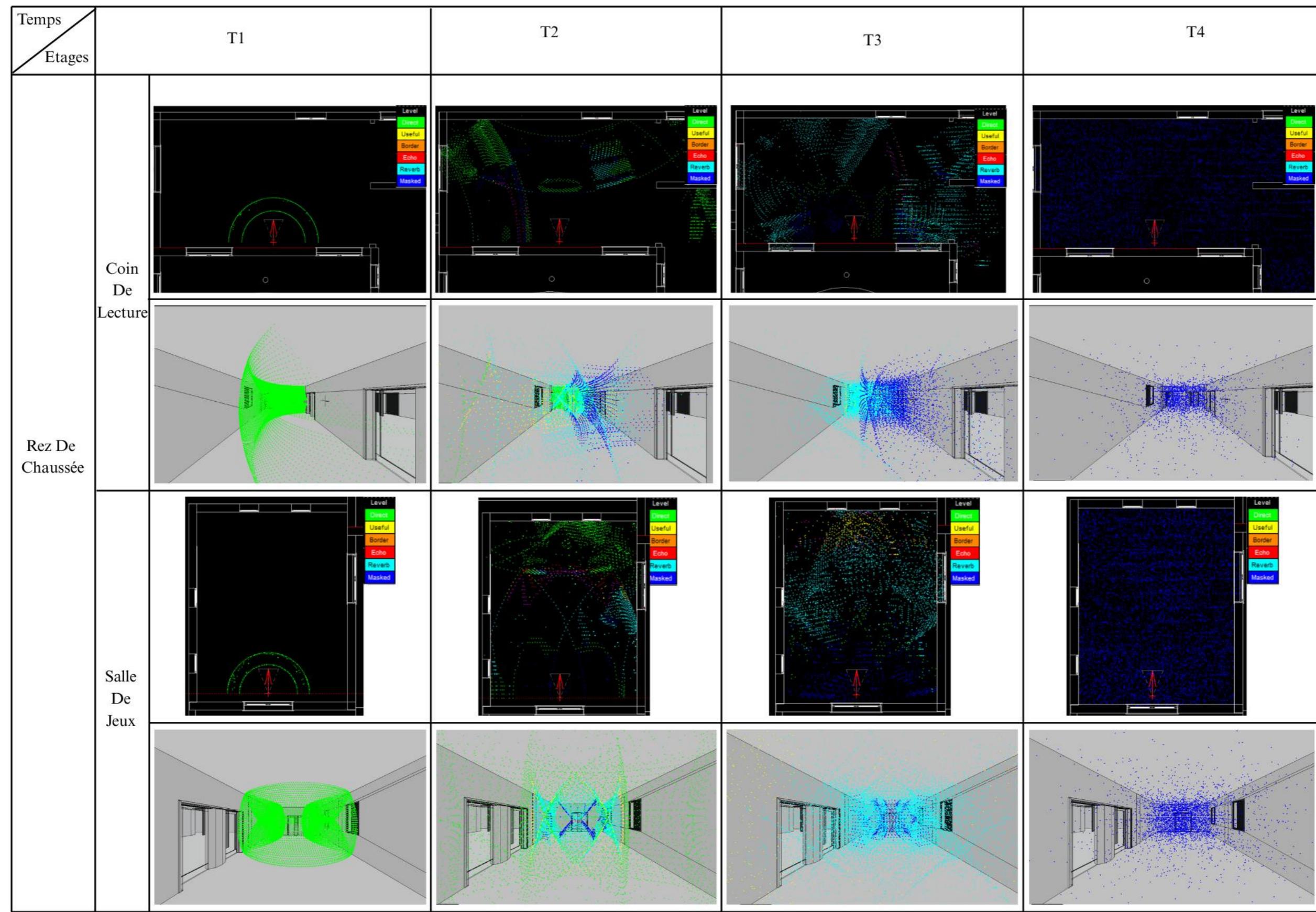
Temps 01 : Le son direct (vert) est dominant et parfaitement intelligible. Il se propage sans obstacle ni perturbation, assurant une excellente clarté acoustique. À ce stade, seule la source est audible.

Temps 02 : L'espace sonore se complexifie avec l'apparition d'échos (rouge), de réverbérations (cyan) et de sons masqués (bleu foncé). Des superpositions (rose) commencent à brouiller le signal, réduisant progressivement la compréhension.

Temps 03 : La réverbération devient prédominante, noyant presque totalement le son direct. Les échos persistent, et des particules jaunes près des ouvertures signalent des sons utiles affaiblis. Le message est de plus en plus difficile à percevoir dans un environnement saturé.

Temps 04 : Le son direct disparaît complètement. L'espace est envahi par des sons masqués et des réverbérations inintelligibles. Toute communication devient quasi impossible à cause du brouillage acoustique total.

**Tableau 15:** des résultats des simulation acoustique ecotect RDC , cas de la crèche les leaders (Source : Auteur, 2025)



## **Interprétation**

Dans les deux espaces du rez-de-chaussée : le coin lecture et la salle de jeux la qualité sonore se détériore progressivement à cause de l'accumulation des sons dans un environnement mal adapté acoustiquement. Au départ, le son direct domine, garantissant une bonne intelligibilité. Mais plus l'activité augmente, plus les sons se multiplient et rebondissent sur les surfaces dures non absorbantes. Ce manque de traitement acoustique favorise l'apparition de la réverbération, car les sons ne sont ni absorbés ni dispersés, ils s'accumulent et persistent dans le temps, brouillant le message initial. Dans la salle de jeux, ce phénomène est accentué par la fuite des sons utiles vers les ouvertures, ce qui fragilise encore la clarté sonore. Progressivement, la réverbération diminue, mais le son masqué : c'est à dire les bruits parasites qui recouvrent les sons utiles persiste, laissant un environnement saturé et rendant la communication inintelligible

### **Etage 01**

#### **Observation**

##### **➤ Salles de classes :**

On observe les mêmes phénomènes acoustiques dans les deux salles de classe, à savoir la Salle de classe 01 (moyenne section) et la Salle de classe 03 (petite section, étage 01), avec une dégradation progressive de l'intelligibilité du son à travers les quatre temps :

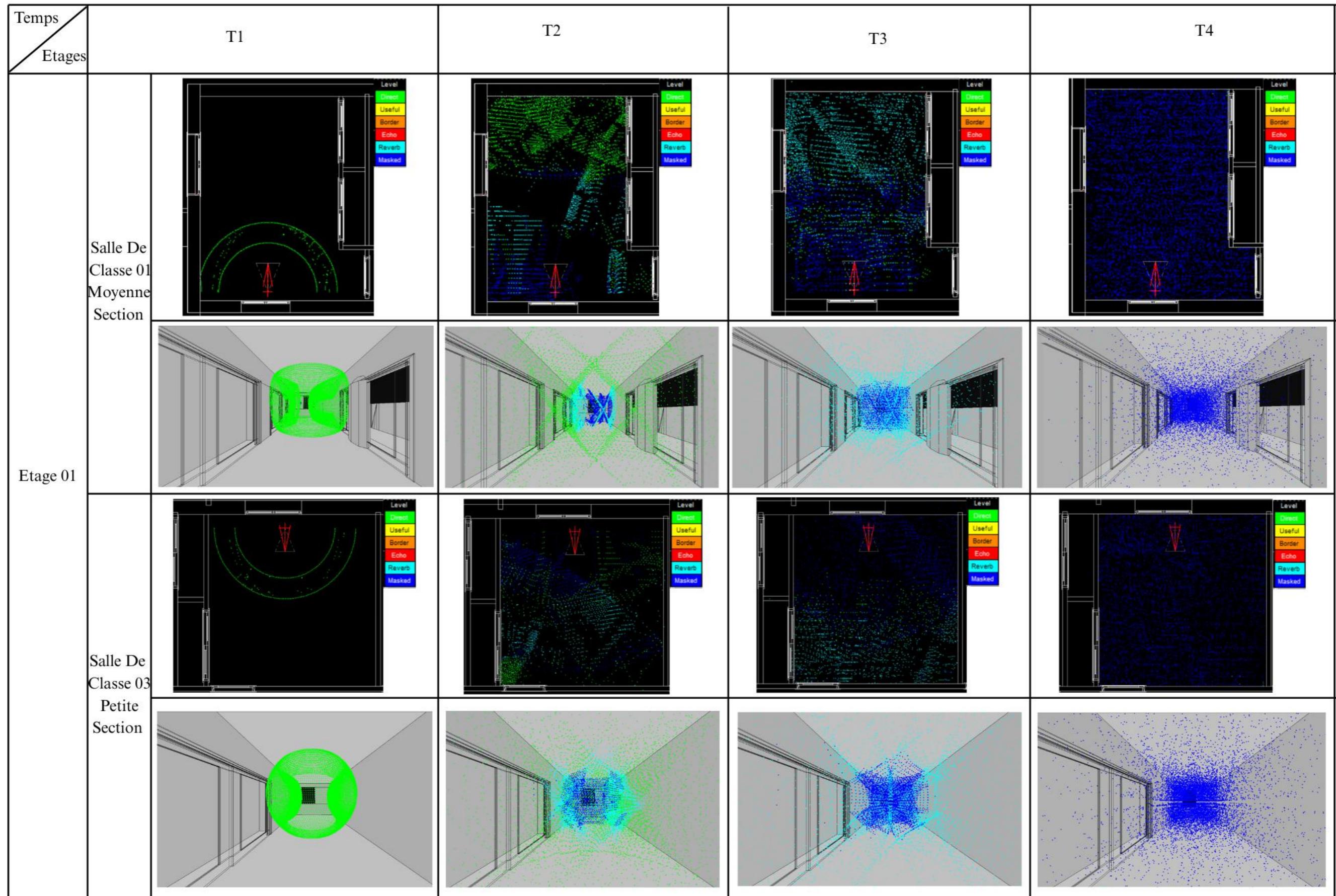
Temps 01 : Le son direct (vert) est parfaitement dominant. Il se propage sans perturbation depuis la source vers l'espace d'écoute, assurant une excellente intelligibilité. L'environnement acoustique est encore neutre et très favorable à la communication.

Temps 02 : Des perturbations apparaissent : réverbérations (cyan), et sons masqués (bleu foncé) commencent à se répandre. La compréhension devient moins claire, bien que le son direct soit encore présent.

Temps 03 : Le son direct a presque totalement disparu. La réverbération et les sons masqués dominent l'espace, créant un brouillage acoustique important. Le message devient difficilement perceptible.

Temps 04 : Le brouillage est total : seuls subsistent des sons réverbérés et masqués. La communication devient quasi impossible, car le message vocal est noyé dans un champ sonore désorganisé

**Tableau 16 :** des résultats des simulation acoustique ecotect etage 01 , cas de la crèche les leaders (Source : Auteur, 2025)



## **Interprétation**

Dans les deux salles de classe situées à l'étage 01 : la Salle de classe 01 (moyenne section) et la Salle de classe 03 (petite section), la qualité sonore se détériore progressivement en raison d'un environnement peu adapté sur le plan acoustique. Au départ, le son direct circule efficacement, permettant une bonne intelligibilité. Cependant, à mesure que l'activité sonore augmente, les sons se multiplient et rebondissent sur des surfaces dures et peu absorbantes telles que les murs, le sol ou le plafond. L'absence de traitement acoustique adéquat favorise alors l'apparition de réverbérations, qui s'accumulent dans l'espace sans être absorbées ni dispersées, brouillant progressivement le message vocal. Les sons utiles deviennent moins audibles, étouffés par la réverbération et les bruits parasites. Ce phénomène crée un environnement saturé, où les sons masqués dominent, rendant la communication difficile, voire inintelligible, dans un cadre pourtant dédié à l'apprentissage.

## **Etage 02**

### **Observation**

#### **➤ Dortoir**

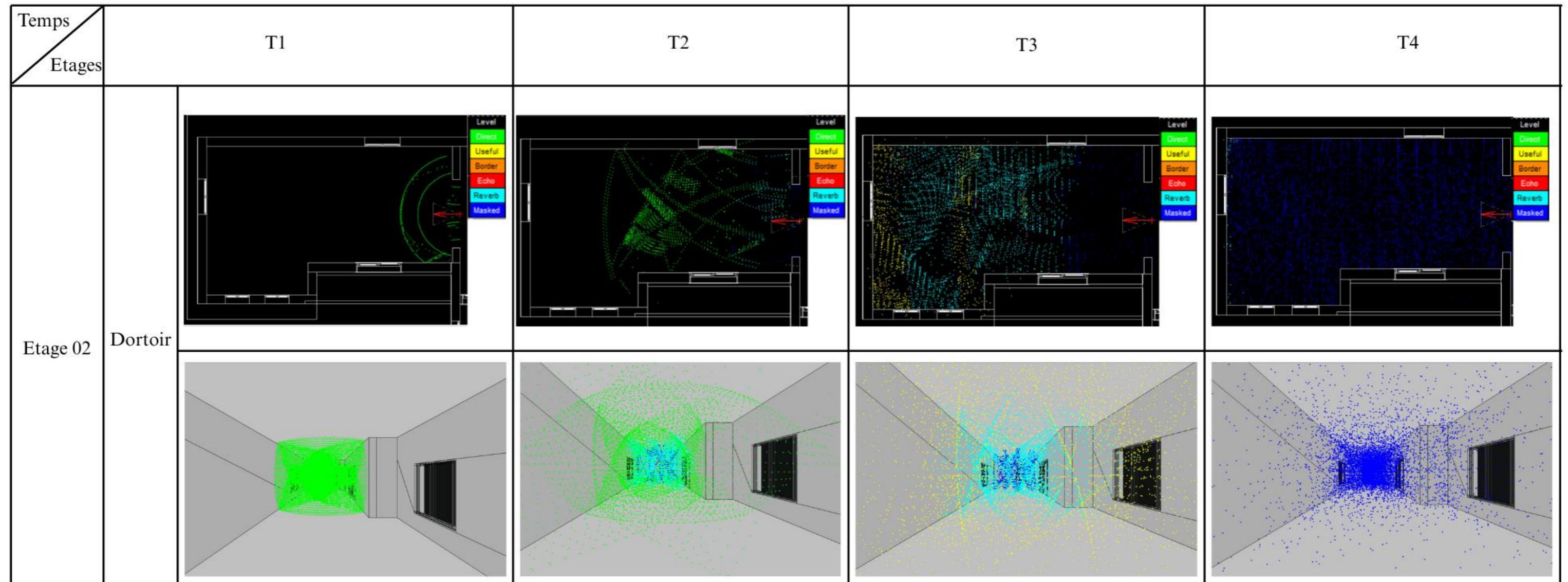
Temps 01 : Le son direct (vert) domine entièrement l'espace, sans aucune perturbation. L'intelligibilité est excellente, l'environnement sonore est clair et favorable à la communication.

Temps 02 : Des perturbations commencent à apparaître, avec l'arrivée de réverbérations (cyan) et de sons masqués (bleu foncé), surtout en périphérie. Le son direct est encore présent mais commence à perdre en efficacité. L'écoute reste possible, bien que moins nette.

Temps 03 : Le son direct a presque totalement disparu. La réverbération et le masquage dominent. Des particules jaunes (utiles) apparaissent à l'arrière, notamment près des ouvertures, ainsi que des particules roses indiquant la superposition de la réverbération et de l'écho. L'environnement devient très brouillé, rendant la compréhension difficile.

Temps 04 : Le brouillage est complet. L'espace est rempli de sons masqués (bleu foncé), sans trace de son direct ni utile. Le message vocal est noyé dans un champ sonore confus, rendant toute communication quasiment impossible.

**Tableau 17 :** des résultats des simulation acoustique ecotect etage 02 , cas de la crèche les leaders (Source : Auteur, 2025)



## **Interprétation**

Dans le dortoir de l'étage 02, le son direct domine d'abord car il se propage sans obstacle dans un espace calme, assurant une bonne intelligibilité. Puis, des réverbérations et sons masqués apparaissent à cause des surfaces dures non absorbantes qui reflètent les sons, ce qui diminue l'efficacité du son direct. Progressivement, le son direct disparaît presque totalement, avec une fuite des sons utiles vers les ouvertures qui fragilise encore la clarté sonore. La superposition de réverbérations et d'échos illustre la complexification du champ sonore, où les réflexions multiples et retardées créent un brouillage important. Enfin, l'espace est saturé de sons masqués, rendant la communication quasi impossible, en raison de l'accumulation des sons réfléchis dans un environnement mal adapté acoustiquement.

## **Synthèse**

La crèche Les Leaders présente une détérioration sonore progressive, tant dans les espaces d'apprentissage que dans ceux de détente et de loisirs, en raison d'un manque de traitement acoustique. Dans les salles de classe, les réverbérations et bruits parasites finissent par masquer les sons utiles, nuisant à l'intelligibilité nécessaire à l'apprentissage. De même, dans les espaces comme la salle de jeux, le coin lecture ou le dortoir, l'accumulation de sons non absorbés crée un brouillage sonore qui perturbe le calme et la clarté, rendant l'environnement peu adapté aux activités visées. L'absence de matériaux absorbants ou de dispositifs de correction rend l'environnement sonore inadapté aux besoins des enfants.

## **Cas 02 : Crèche mes belles journées**

Dans le cadre de l'interprétation des résultats nous nous sommes concentrés sur les espaces d'apprentissage les plus défavorables.

### **Observation**

#### **➤ Salles de classes 02 et 05**

Temps 01 : Le son direct (vert) domine entièrement l'espace. L'intelligibilité est excellente, sans aucune perturbation. L'environnement est parfaitement adapté à la communication.

Temps 02 : Le son direct reste majoritaire, mais des particules de masquage (bleu foncé) commencent à apparaître en périphérie. L'écoute reste bonne, mais on sent les premiers signes de dégradation.

Temps 03 : Le masquage (bleu foncé) et la réverbération (bleu ciel) deviennent dominants. Le son direct disparaît presque totalement. Quelques particules utiles (jaune), d'écho (rouge) et de superposition (rose) apparaissent. L'intelligibilité est fortement réduite.

Temps 04 : L'espace est saturé de masquage et de réverbération. Le son direct est quasi inexistant. L'environnement sonore est brouillé, rendant la communication très difficile.

Temps 05 : Le masquage est total. Aucun son utile ou direct n'est perceptible. L'intelligibilité est nulle, toute communication est impossible.

## ➤ Salles de classes 03 et 04

Temps01 : Le son direct (vert) domine toute la salle. Les rayons acoustiques sont clairs et bien répartis, sans aucune perturbation. L'intelligibilité est maximale, et la communication orale se fait dans des conditions optimales. L'espace est acoustiquement sain.

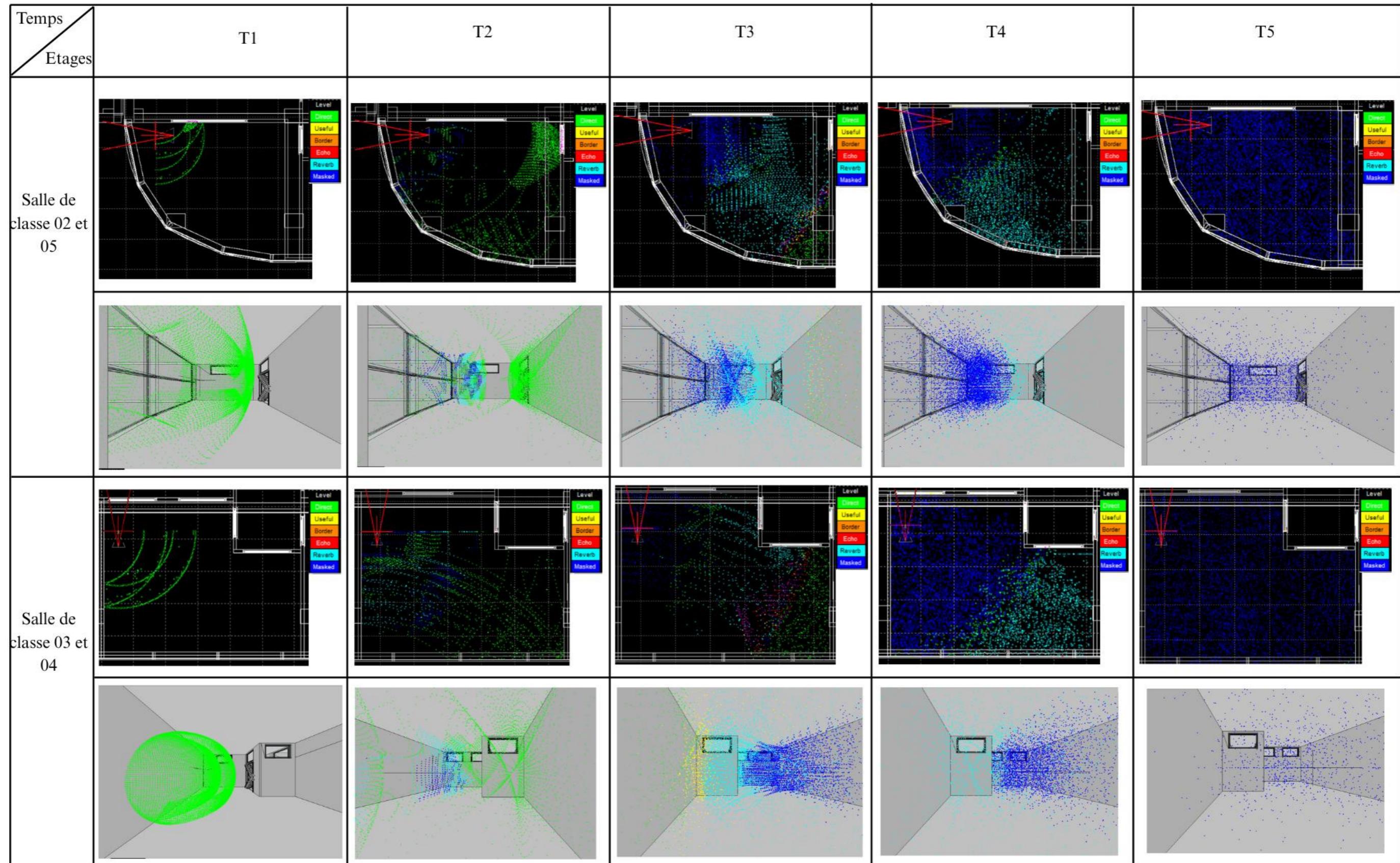
Temps 02 : Le son direct reste largement majoritaire, mais quelques particules de masquage (bleu foncé) et de réverbération (cyan) apparaissent en haut de la salle. Cela marque le début d'une dégradation sonore. Malgré cela, l'environnement reste encore globalement favorable à la communication, surtout à proximité de la source

Temps 03 : Le brouillage acoustique devient significatif. Le son direct perd de sa dominance, tandis que les particules de masquage (bleu foncé) et de réverbération (cyan) s'étendent dans une grande partie de la salle. On observe clairement, dans la branche droite du "L", une concentration de particules jaunes (son utile), rouges (écho) et roses (superposition). Cette zone, en retrait par rapport à la source sonore, devient un point d'accumulation des réflexions sonores. L'intelligibilité y est fortement réduite, rendant la compréhension vocale difficile.

Temps04 : La salle est saturée de perturbations : masquage et réverbération sont omniprésents. Le son direct est presque inexistant, limité à quelques points proches de la source. L'environnement acoustique est brouillé, rendant la transmission vocale difficile, voire inefficace dans la majeure partie de la salle.

Temps05 : Le masquage (bleu foncé) couvre entièrement l'espace. Aucune particule de son direct ni utile n'est perceptible. Le message sonore est complètement noyé, rendant toute communication impossible. L'intelligibilité est nulle.

**Tableau 18 :** des résultats des simulation acoustique ecotect, cas de la crèche mes belles journées(Source : Auteur, 2025)



## **Interprétation**

Dans les salles de classes 02 et 05, le son direct domine dans un premier temps, assurant une bonne intelligibilité grâce à un environnement calme et une propagation fluide. Mais progressivement, des perturbations apparaissent en périphérie sous forme de masquage, liées à la réflexion du son sur des surfaces dures et non absorbantes. Le son direct s'efface alors au profit de phénomènes de réverbération, de masquage et de superpositions sonores, qui brouillent fortement la compréhension jusqu'à saturer l'espace, où aucun signal utile ne subsiste. Dans les salles 03 et 04, en forme de L, le début de propagation est satisfaisant dans la branche principale, où le son direct circule librement. Cependant, des réflexions se manifestent sur les parties hautes et latérales, dispersant le son. Dans la branche droite du L, plus éloignée de la source, on observe une accumulation d'échos, de réverbérations et de superpositions sonores. La géométrie complexe piége le son, et à mesure que ces effets s'amplifient, la salle devient un espace sonore confus, dominé par le masquage, où la compréhension devient impossible.

## **Synthèse**

Les salles de classe de la crèche Mes Belles Journées commencent avec une présence notable du son direct, permettant une communication globalement claire. Cependant, avec le temps, les réflexions sur les surfaces dures génèrent des réverbérations et des sons masqués qui altèrent progressivement la qualité sonore. La configuration en L des salles 03 et 04 accentue ce phénomène en piégeant les échos dans une partie de la pièce, compliquant davantage la compréhension. Finalement, l'environnement sonore devient confus, rendant la communication difficile, ce qui montre la nécessité d'améliorer l'acoustique des espaces.

## **Synthèse global**

Les crèches Les Leaders et Mes Belles Journées présentent toutes deux des problèmes acoustiques liés à l'absence de traitement adapté. Dans Les Leaders, la détérioration sonore affecte aussi bien les salles de classe que les espaces de détente, où les réverbérations et les bruits parasites masquent progressivement les sons utiles, réduisant l'intelligibilité et perturbant le calme nécessaire aux enfants. Dans Mes Belles Journées, les salles de classe montrent une présence initiale du son direct, mais les surfaces dures provoquent des réflexions qui engendrent réverbérations et masques, aggravés par la configuration en L de certaines pièces, où les échos s'accumulent et compliquent la compréhension. Dans les deux cas, l'environnement sonore devient confus et inadapté, soulignant l'importance d'une correction acoustique ciblée pour préserver un cadre favorable à l'apprentissage et au bien-être des enfants.

### **IV.1.2.1. Interprétation des résultats des simulations de ventilation**

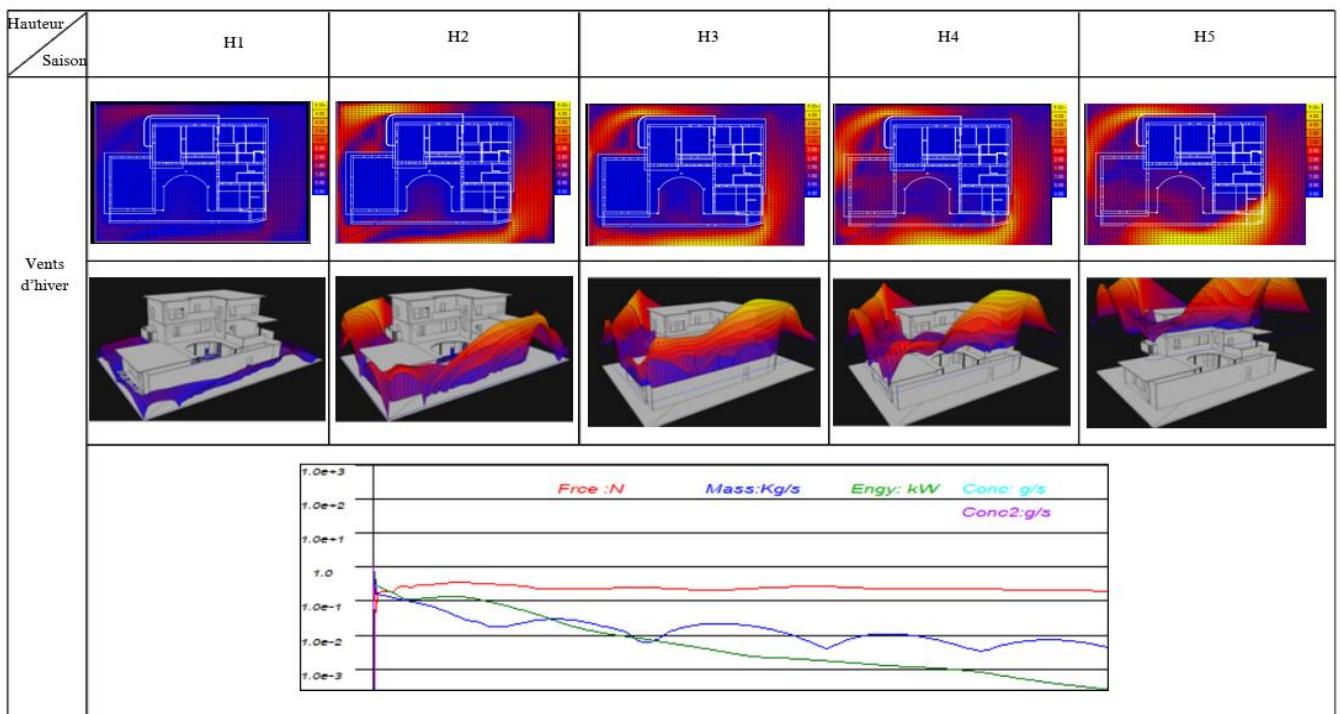
Les résultats des simulations de ventilation naturelle ont permis d'évaluer l'efficacité des dispositifs architecturaux mis en place dans les deux cas d'étude, en tenant compte des vitesses et des directions dominantes des vents à Bejaïa en été et en hiver. En hiver, les vents dominants soufflent à une vitesse d'environ 20 km/h (soit 5,5 m/s) et proviennent principalement du nord-est. En été, les vents dominants soufflent à une vitesse moyenne de 10 km/h (soit 2,8 m/s) et proviennent de directions variables, principalement du nord-ouest.

## Cas 01 : Crèche les leaders

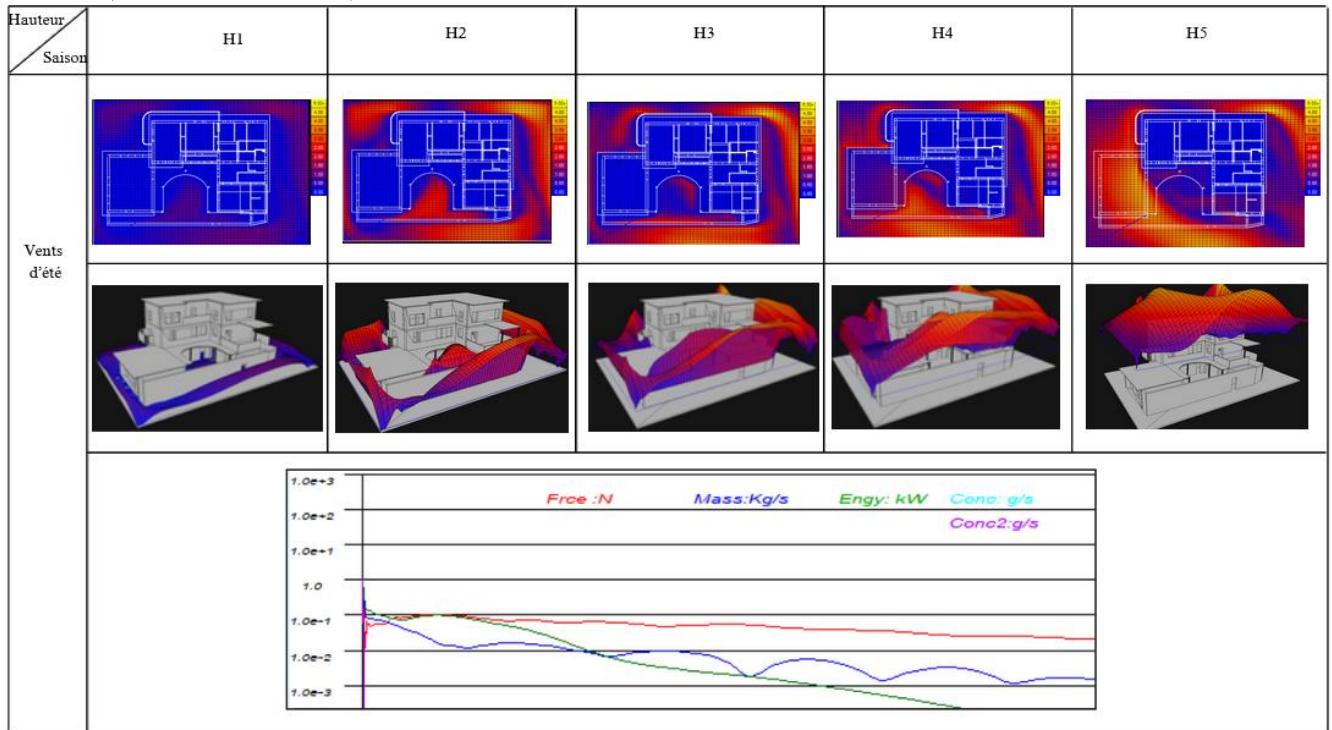
### Observation

En hiver, les vents dominants soufflent du nord-est à 5,5 m/s, tandis qu'en été, ils proviennent principalement du nord-ouest à 2,8 m/s, avec une direction plus variable. Dans les deux cas, les vitesses augmentent progressivement avec la hauteur (de H1 à H5), comme en témoignent les changements de couleurs sur les plans (du bleu vers le rouge/orange/jaune). Cependant, en hiver, la densité des flux est plus marquée, surtout à partir de H3, avec des zones rouges atteignant 5 m/s, tandis qu'en été, les zones rouges apparaissent à des vitesses plus modérées (environ 3 à 4,5 m/s), et sont moins concentrées au sol. Les vues 3D montrent une élévation plus turbulente et rapide des filets d'air en hiver, tandis qu'en été, les flux sont plus doux mais restent cohérents avec les orientations nord-ouest. Le graphique montre dans les deux cas une croissance des forces avec la hauteur, mais avec une valeur plus importante en hiver, ce qui traduit une dynamique plus intense

**Tableau 19 :** des résultats des simulation des vents d'hiver avec ecotect, cas de la crèche les leaders (Source : Auteur, 2025)



**Tableau 20 :** des résultats des simulation des vents d'été avec ecotect, cas de la crèche les leaders (Source : Auteur, 2025)



## Interprétation

En hiver, le bâtiment joue un rôle de barrière protectrice contre les vents froids, surtout en H1 et H2, ce qui limite la vitesse au niveau piéton et réduit les déperditions thermiques dans les zones basses. En revanche, les niveaux supérieurs (H3 à H5) subissent des vitesses plus fortes, surtout sur la façade nord-est exposée, nécessitant une attention sur l'isolation. En été, la situation est inversée en termes de confort : le bâtiment réduit la ventilation naturelle au niveau bas (H1), ce qui est défavorable pour le rafraîchissement passif. À partir de H3, les flux sont plus présents et mieux canalisés vers les façades nord-ouest, ce qui est bénéfique pour ventiler les étages si l'orientation architecturale est optimisée. Toutefois, des zones de surpression peuvent apparaître, perturbant localement le confort.

## Synthèse

L'analyse comparative montre que le comportement du bâtiment face au vent dépend fortement de la saison et de la hauteur : En hiver, la protection au sol est un atout thermique, tandis que les hauteurs supérieures sont vulnérables au refroidissement éolien, appelant à des mesures d'isolation et de conception des ouvertures adaptées. En été, la même morphologie protectrice devient un obstacle à la ventilation naturelle des rez-de-chaussée, alors qu'elle favorise le brassage d'air en hauteur, offrant un potentiel bioclimatique intéressant pour les étages.

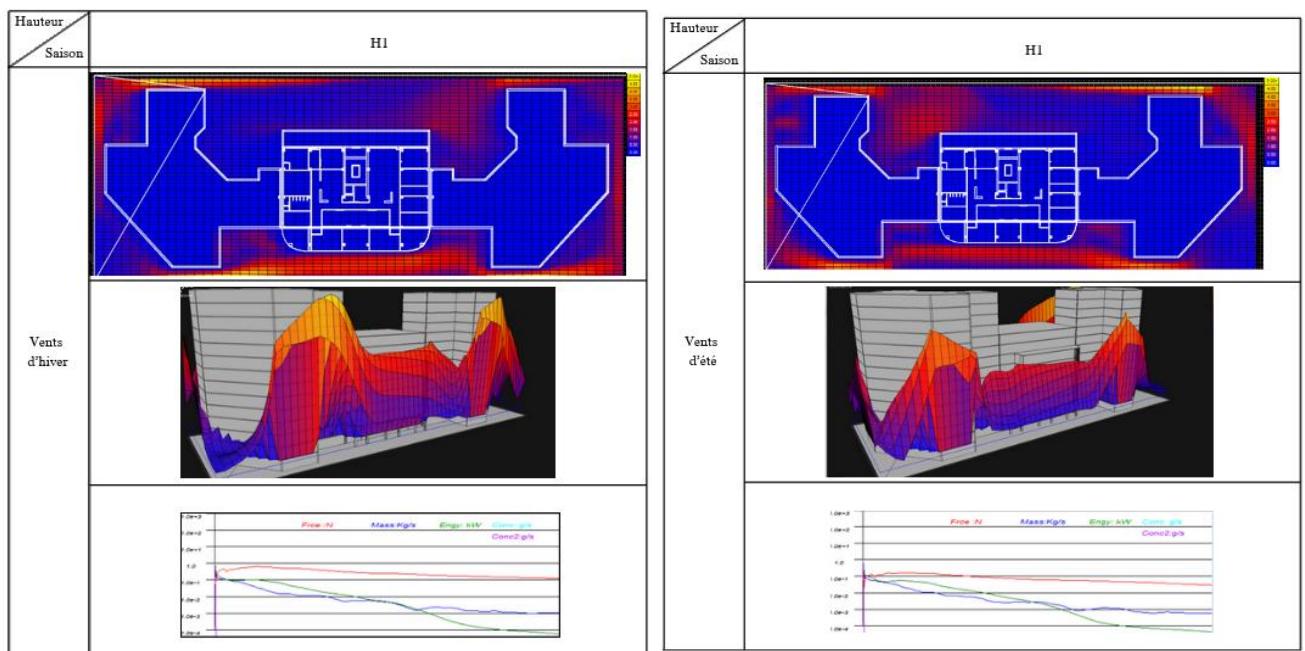
## Cas 02 : Crèche mes belles journées

### Observation

En hiver, les vents dominants soufflent du nord-est à une vitesse importante (environ 5,5 m/s). Sur la simulation, on observe que ces vents sont fortement canalisés entre les deux blocs en R+12 accolés à la crèche, créant un couloir de vent qui dirige l'air vers la façade sud, là où se

trouve le mur rideau. Ce phénomène est clairement visible dans la vue 3D, où les courbes de pression s'élèvent fortement autour de cette façade. Les couleurs chaudes (rouge-orange) sur le plan de vitesse confirment une concentration élevée du vent à cet endroit. En été, les vents sont plus faibles (2,8 m/s en moyenne) et proviennent du nord-ouest avec des directions variables. Malgré cette baisse d'intensité, les flux continuent à se concentrer autour du mur rideau sud. La vue 3D montre une canalisation plus diffuse, mais toujours présente entre les volumes, ce qui provoque un effet de stagnation et de réchauffement. Les couleurs sur le plan restent en majorité dans les tons bleus, avec quelques zones rouges près du mur rideau, indiquant que la façade sud reste sollicitée même en été.

**Tableau 21 :** des résultats des simulation des vents d'hiver et d'été avec ecotect, cas de la crèche mes belles journées . (Source : Auteur, 2025)



## Interprétation

En hiver, les deux blocs R+12 agissent comme des parois réfléchissantes qui redirigent les vents froids du nord-est vers la façade sud Est. Ce phénomène provoque un effet Venturi, c'est-à-dire une accélération localisée du vent entre les blocs, qui vient frapper directement le mur rideau. Ce dernier, bien que placé au sud, se retrouve exposé à des pressions dynamiques importantes, engendrant des pertes de chaleur, un inconfort thermique et un risque d'infiltrations si l'enveloppe n'est pas bien conçue. En été, les vents sont moins puissants mais leur orientation nord-ouest et leur variabilité font qu'ils continuent d'atteindre la façade sud Est après avoir été guidés par les blocs. Le mur rideau se retrouve alors exposé à une double contrainte : le vent chaud et le rayonnement solaire direct. Cela augmente considérablement le risque de surchauffe à l'intérieur, surtout si les vitrages sont mal protégés. La ventilation naturelle est possible, mais peut provoquer des courants d'air mal maîtrisés si les ouvertures ne sont pas bien réparties.

## **Synthèse**

L'analyse croisée des deux saisons montre que la façade sud Est devient une zone critique dans ce projet. En hiver, elle subit des vents froids redirigés par les blocs, et en été, elle est soumise à une surchauffe combinée au flux d'air chaud. L'effet de canalisation créé par les R+12 est déterminant : il annule partiellement l'effet protecteur du positionnement sud et accentue les pressions locales, quelle que soit la saison. Le mur rideau devient un point sensible de l'enveloppe du bâtiment.

## **Synthèse globale**

L'analyse comparative des vents des deux cas d'étude montre que la crèche des Leaders présente un comportement climatique globalement plus favorable face aux vents que celle de Mes Belles Journées. En effet, bien que la configuration en hauteur des Leaders impose une vigilance particulière sur les étages exposés, elle permet un brassage d'air efficace en été, et les zones basses restent protégées en hiver, offrant un équilibre bioclimatique intéressant.

À l'inverse, la crèche Mes Belles Journées souffre d'une exposition critique permanente sur sa façade sud, impactée par des vents canalisés en hiver et une surchauffe en été, du fait de la proximité des deux blocs R+12. Le mur rideau, bien qu'orienté favorablement, devient un point de faiblesse thermique et climatique tout au long de l'année

## **IV.2. Présentation des résultats de l'enquête in situ**

Suite à l'étude quantitative, notre démarche se prolonge par une analyse qualitative approfondie, fondée sur une enquête in situ conduite dans les deux cas d'étude. Cette méthode a été choisie afin d'appréhender l'adaptabilité architecturale et ambiantale des espaces au quotidien, en se basant sur l'observation directe des usages, des rythmes et des ambiances perceptibles dans les crèches. Cela s'avère d'autant plus pertinent que l'enfant, particulièrement sensible à son environnement, réagit fortement aux ambiances spatiales, lumineuses et sonores qui l'entourent.

## Cas 01 : Crèche les leaders

Tableau 22 : Enquête in situ crèche les leaders

Moment de la journée	Espace occupé	Activité	Flexibilité et adaptabilité matérielle	Flexibilité et adaptabilité immatérielle	Remarques
Crèche Les Leaders	Matin 8h-10h	Cour d'accueil	Arrivée, échanges avec parents, jeu libre	Espace fixe mais modulable selon les besoins d'interactions	<p><b>Organisation des activités :</b> Espace transitionnel facilitant l'adaptation des enfants à la crèche.</p> <p><b>Interaction sociale :</b> Favorise les échanges avec les parents et entre enfants.</p> <p><b>Adaptation aux besoins :</b> Possibilité de jouer ou de se poser selon l'énergie de l'enfant.</p> <p><b>Ambiance :</b> Espace souvent animé, lumière naturelle présente, mais manque d'aménagement coloré et d'atténuation sonore. Ventilation naturelle à travers le patio</p> <p><b>Expérience sensorielle :</b> Stimulation dynamique liée à l'agitation et aux interactions.</p>
		Salle de classes	Activités pédagogiques	Mobilier standard, peu de flexibilité pour adapter aux besoins individuels.	<p><b>Organisation des activités :</b> favorise un cadre structuré mais manque de flexibilité.</p> <p><b>Interaction sociale :</b> collaboration encouragée, mais nécessite d'alternance avec des moments individuels.</p> <p><b>Adaptation aux besoins :</b> ne s'adapte pas aux différents rythmes d'éveil des enfants.</p> <p><b>Ambiance :</b> manque de gestion du bruit et de la lumière essentielle pour la concentration. Ventilation souvent insuffisante</p> <p><b>Expérience sensorielle :</b> couleurs neutres avec touches stimulantes pour maintenir l'attention</p>
	Fin de matinée 10h-12h	Salle de jeux intérieur	Jeux libres, interactions	Espace flexible, favorise les interactions et l'adaptabilité selon les activités.	<p><b>Organisation des activités :</b> Espace dédié au jeu, principalement orienté vers des activités dynamiques et interactives.</p> <p><b>Interaction sociale :</b> Encourage l'échange et la coopération entre les enfants.</p> <p><b>Adaptation aux besoins :</b> Favorise l'activité physique et l'exploration, mais manque d'options pour des moments plus calmes.</p> <p><b>Ambiance :</b> bruyant, lumière naturelle faible, ventilation naturelle parfois absente</p> <p><b>Expérience sensorielle :</b> Forte stimulation motrice et sociale, nécessitant un équilibre pour éviter la surcharge sensorielle</p>
		Cour de jeux	Jeux libres, interactions	Espace fixe mais modulable selon les besoins d'interactions	<p><b>Organisation des activités :</b> Alternance entre jeux dirigés, jeux libres et événements occasionnels (anniversaires, fêtes).</p> <p><b>Interaction sociale :</b> Espace favorisant la coopération, l'exploration collective et l'expression des émotions.</p> <p><b>Adaptation aux besoins :</b> Encourage la dépense d'énergie et l'exploration motrice, mais manque de zones adaptées aux temps calmes.</p> <p><b>Ambiance :</b> bruit élevé, lumière naturelle, mais absence d'aménagements sensoriels, ventilation naturelle bonne.</p> <p><b>Expérience sensorielle :</b> Forte stimulation physique et sociale, mais manque d'éléments visuels et tactiles enrichissants</p>
		Salles de classes	Activités pédagogiques	Mobilier standard, peu de flexibilité pour adapter aux besoins individuels.	<p><b>Organisation des activités :</b> favorise un cadre structuré mais manque de flexibilité. <b>Interaction sociale :</b> collaboration encouragée, mais nécessite d'alternance avec des moments individuels.</p> <p><b>Adaptation aux besoins :</b> ne s'adapte pas aux différents rythmes d'éveil des enfants.</p> <p><b>Ambiance :</b> manque de gestion du bruit et de la lumière essentielle pour la concentration. Ventilation souvent insuffisante</p> <p><b>Expérience sensorielle :</b> couleurs neutres avec touches stimulantes pour maintenir l'attention</p>
					Concentration, implication et participation des enfants Certains enfants ont du mal à rester concentrer longtemps (Besoins de mouvement)

	<b>Espace d'activités extérieurs</b>	Dessin, bricolage	Espace adaptable, mobilier modulable favorisant la créativité.	<b>Organisation des activités :</b> Espace flexible encourageant l'autonomie et la diversité des expériences. <b>Interaction sociale :</b> Favorise le partage et l'expression libre à travers les activités créatives. <b>Adaptation aux besoins :</b> Permet aux enfants d'exprimer leur créativité selon leur rythme et leur sensibilité. <b>Ambiance :</b> bonne lumière naturelle, peu d'éléments colorés, ventilation naturelle présente <b>Expérience sensorielle :</b> Stimulation principalement par l'activité manuelle, mais manque d'éléments tactiles et visuels enrichissants.	Enfants très impliqués, espace apprécié
<b>Pause déjeuner 12h-13h</b>	<b>Salle de repas</b>	Déjeuner en groupes	Espaces fixes, peu de flexibilité, tables et chaises rigides.	<b>Organisation des activités :</b> Transition entre jeu et repos, favorisant un moment de recentrage. <b>Interaction sociale :</b> Apprentissage des règles de vie en collectivité et des échanges lors des repas. <b>Adaptation aux besoins :</b> Rythmes alimentaires à adapter selon l'âge et l'appétit des enfants. <b>Ambiance :</b> bruit élevé, lumière parfois agressive, ventilation insuffisante, besoin de couleurs apaisantes. <b>Expérience sensorielle :</b> Manque de couleurs apaisantes sur les murs et d'éléments favorisant une atmosphère plus sereine.	<b>Espace restreint,</b> Bruit élevé, besoin d'un meilleur aménagement
<b>Après-midi 13h-15h</b>	<b>Dortoir (petite section)</b>	Sieste	Espaces fixes avec lits superposés. Peu de flexibilité	<b>Organisation des activités :</b> Moment de repos structuré pour assurer une récupération optimale. <b>Interaction sociale :</b> Respect des rythmes de sommeil individuels, mais absence d'options pour les enfants ayant plus de mal à s'endormir. <b>Adaptation aux besoins :</b> Ambiance globalement apaisante, mais pourrait être améliorée pour un meilleur confort sensoriel. <b>Ambiance :</b> Présence de bois, mais manque d'éléments renforçant une atmosphère véritablement cocooning. <b>Expérience sensorielle :</b> Couleurs pastels limitées aux lits, nécessitant une continuité sur l'ensemble de l'espace pour un effet plus harmonieux	<b>Ambiance chaleureuse,</b> avec des couleurs et une décoration apaisante. <b>Espace restreint entre les lits,</b> ce qui limite la circulation.
	<b>Salles de classes</b>	Activités pédagogiques	Mobilier standard, peu de flexibilité pour adapter aux besoins individuels.	<b>Organisation des activités :</b> favorise un cadre structuré mais manque de flexibilité. <b>Interaction sociale :</b> collaboration encouragée, mais nécessite d'alternance avec des moments individuels. <b>Adaptation aux besoins :</b> ne s'adapte pas aux différents rythmes d'éveil des enfants. <b>Ambiance :</b> manque de gestion du bruit et de la lumière essentielle pour la concentration. Ventilation souvent insuffisante <b>Expérience sensorielle :</b> couleurs neutres avec touches stimulantes pour maintenir l'attention	Fatigue des enfants, participation moyenne les enfants commencent à être de plus en moins concentré
<b>Fin d'après-midi 15h16h</b>	<b>Coin de lecture</b>	Temps calme, lecture avec éducateurs	Espace rigide, pourrait être amélioré avec un mobilier plus souple et attrayant.	<b>Organisation des activités :</b> Espace initialement dédié à la lecture, mais utilisé de manière polyvalente selon les besoins. <b>Interaction sociale :</b> Favorise les échanges autour des histoires et peut servir de lieu de discussion. <b>Adaptation aux besoins :</b> Permet un retour au calme, mais manque d'éléments pour s'adapter aux enfants ayant des besoins sensoriels spécifiques. <b>Ambiance :</b> Mobilier coloré, mais la luminosité et l'acoustique pourraient être améliorées pour un meilleur confort. Manque de ventilation <b>Expérience sensorielle :</b> Peu de diversité dans les textures et matériaux, limitant l'éveil sensoriel	Espace sous-utilisé, pourrait être aménagé de manière plus attractive.
	<b>Cour extérieur d'accueil</b>	Départ progressif des enfants	Espace fixe mais modulable selon les besoins d'interactions	<b>Organisation des activités : espace de transition entre crèche et maison.</b> <b>Interaction sociale :</b> moment clé pour l'échange entre éducateurs et parents. <b>Adaptation aux besoins :</b> gestion des départs en douceur. <b>Ambiance :</b> couleurs chaleureuses, éclairage progressif. Ventilation naturelle à travers le patio <b>Expérience sensorielle :</b> stimulation légère pour une transition apaisée.	Ambiance calme Échange possible entre les encadrants et les parents lors du départ.

## Synthèse :

L'enquête in situ menée à la crèche Les Leaders révèle une organisation journalière claire, avec des espaces bien définis pour chaque moment de la journée. Toutefois, la flexibilité matérielle reste limitée dans plusieurs zones comme les salles de classe, le dortoir ou la salle de repas, ce qui empêche une réelle adaptation aux rythmes variés des enfants. Si certains espaces favorisent les interactions sociales et la créativité (cour de jeux, activités extérieures), d'autres manquent de confort sensoriel, notamment en termes de gestion du bruit, de lumière ou de ventilation. Globalement, l'environnement gagnerait à être enrichi par des aménagements plus modulables et apaisants, permettant un meilleur équilibre entre stimulation et repos pour répondre aux besoins individuels des enfants.

## Cas 02 : Crèche mes belles journées

**Tableau 23:** Enquête in situ crèche mes belles journées

Crèche Mes Belles Journées	Moment de la journée	Espace occupé	Activité	Flexibilité et adaptabilit é matérielle	Flexibilité et adaptabilité immatérielle	Remarques
Crèche Mes Belles Journées	Matin 8h-10h	Hall d'accueil	Arrivée, échanges avec parents, jeu libre	Espace fixe mais accueillant	<b>Organisation des activités</b> : espace transitionnel facilitant l'adaptation <b>Interaction sociale</b> : échanges parents/enfants <b>Adaptation aux besoins</b> : permet un temps de pause ou d'activité <b>Ambiance</b> : absence de lumière naturelle, peu d'éléments colorés, acoustique réverbérant, ventilation insuffisante <b>Expérience sensorielle</b> : stimulation dynamique mais sonore	Bonne transition vers la crèche malgré la gêne sonore
		Salles de classe	Activités pédagogiques	Mobilier globalement rigide, quelques éléments colorés	<b>Organisation des activités</b> : structuration rigide, peu adaptable <b>Interaction sociale</b> : collaboration encouragée <b>Adaptation aux besoins</b> : ne suit pas tous les rythmes d'éveil <b>Ambiance</b> : réverbération sonore gênante, lumière artificielle dominante sauf côté mur rideau excessive, ventilation insuffisante <b>Expérience sensorielle</b> : couleurs ponctuelles sur murs/tables, mais ambiance inégale	Surcharge lumineuse dans certaines classes, fatigue auditive généralisée
	Fin de matinée 10h-12h	Salle de jeux	Jeux libres, interactions	Espace ouvert, peu modifiable	<b>Organisation des activités</b> : espace dynamique sans zones calmes <b>Interaction sociale</b> : échanges actifs- <b>Adaptation aux besoins</b> : peu de possibilités de retrait <b>Ambiance</b> : bruit important, lumière artificielle dominante, ventilation insuffisante <b>Expérience sensorielle</b> : stimulation motrice élevée mais peu équilibrée	Environnement énergique mais manque de diversité sensorielle
	Pause déjeuner 12h-13h	Réfectoire	Déjeuner en groupe	Tables fixes, peu adaptables	<b>Organisation des activités</b> : recentrage collectif <b>Interaction sociale</b> : échanges et apprentissage des règles <b>Adaptation aux besoins</b> : besoins alimentaires peu différenciés <b>Ambiance</b> : bruyante, lumière artificielle, acoustique médiocre, ventilation insuffisante <b>Expérience sensorielle</b> : peu de couleurs et résonance gênante	Moment nécessaire mais inconfort sonore fort
	Après-midi 13h-15h	Dortoir	Sieste	Lits fixes, peu de souplesse	<b>Organisation des activités</b> : repos structuré <b>Interaction sociale</b> : respect des rythmes partiel <b>Adaptation aux besoins</b> : ambiance calme mais améliorable <b>Ambiance</b> : ambiance peu apaisante pour tous, ventilation insuffisante <b>Expérience sensorielle</b> : ambiance visuelle insuffisamment cocooning	Bonne intention d'ambiance, à enrichir sensoriellement
		Salles de classe	Activités pédagogiques	Rigidité générale, quelques touches de couleur	<b>Organisation des activités</b> : structuration rigide, peu adaptable <b>Interaction sociale</b> : collaboration encouragée <b>Adaptation aux besoins</b> : ne suit pas tous les rythmes d'éveil <b>Ambiance</b> : réverbération sonore gênante, lumière artificielle dominante sauf côté mur rideau excessive, ventilation insuffisante <b>Expérience sensorielle</b> : couleurs ponctuelles sur murs/tables, mais ambiance inégale	Fatigue croissante chez les enfants, manque d'adaptation
	Fin d'après-midi 15h-16h	Hall de départ	Départ progressif	Espace fixe, suffisant	<b>Organisation des activités</b> : transition douce <b>Interaction sociale</b> : échanges avec parents <b>Adaptation aux besoins</b> : respect du rythme de départ <b>Ambiance</b> : ambiance calme, ventilation naturelle, ventilation insuffisante <b>Expérience sensorielle</b> : stimulation légère	Espace apaisant en fin de journée malgré l'acoustique

## Synthèse

La crèche Mes Belles Journées présente des espaces fonctionnels mais peu flexibles, avec une ambiance marquée par une mauvaise acoustique, une ventilation insuffisante (une seule façade avec des ouvertures) et un éclairage inégal (excès de lumière côté mur rideau, lumière artificielle ailleurs). L'organisation des activités est structurée, mais peu adaptée aux rythmes individuels des enfants. L'environnement sensoriel reste pauvre et inégal, notamment dans les dortoirs. Des améliorations sont nécessaires pour mieux répondre aux besoins de confort, de calme et de stimulation équilibrée

## La correspondance entre les résultats de l'étude quantitative et qualitative

Après avoir finalisé l'analyse qualitative et quantitative des deux crèches étudiées, une correspondance nette se dégage entre les ressentis observés sur le terrain et les résultats mesurés. Les observations in situ et les tableaux d'analyse ont mis en évidence un inconfort acoustique, thermique et lumineux dans les deux établissements, confirmé par les simulations techniques. La crèche Les Leaders, bien qu'imparfaite, montre une gestion de la lumière plus équilibrée et une ventilation naturelle plus fonctionnelle, en cohérence avec les appréciations relevées sur place. À l'inverse, la crèche Mes Belles Journées souffre d'un déséquilibre marqué : surexposition lumineuse d'un côté, obscurité de l'autre, mauvaise ventilation liée à une façade unique ouverte, et réverbération sonore importante. Ces constats croisés entre approche sensible et données objectives renforcent la nécessité d'une reconfiguration spatiale plus adaptée aux besoins sensibles des enfants, tant sur le plan du confort sensoriel que de la flexibilité d'usage

## Recommandations spécifiques

Sur la base des dysfonctionnements relevés lors de l'analyse croisée des résultats qualitatifs et quantitatifs, concernant l'ambiance lumineuse, acoustique et la ventilation dans les crèches Mes Belles Journées et Les Leaders, plusieurs propositions ont été formulées pour améliorer la qualité de l'environnement intérieur :

- Installation de dispositifs de correction acoustique tels que des panneaux absorbants muraux ou suspendus, des tapis épais ou du mobilier textile afin de réduire les réverbérations sonores gênantes.
- Utilisation de rideaux épais ou stores tamisants sur les surfaces vitrées, notamment au niveau du mur rideau de Mes Belles Journées, afin de diminuer l'éblouissement et réguler la lumière naturelle excessive.
- Ajout de protections solaires extérieures comme des brise-soleil, casquettes ou volets orientables, surtout dans les espaces exposés au sud-est dans Les Leaders.
- Intégration de mobilier modulable et souple (tables à roulettes, cloisons mobiles, assises variées) pour permettre une adaptation facile aux différents temps pédagogiques.

- Création de zones de repli calme à l'intérieur des salles d'activité, à l'aide de séparateurs visuels ou d'alcôves, afin de répondre aux besoins individuels de retrait et de régulation émotionnelle.
- Installation de dispositifs de ventilation naturelle ou mécanique pour améliorer la qualité de l'air intérieur, surtout dans les espaces mal desservis comme les dortoirs et réfectoires de Mes Belles Journées.
- Traitement des surfaces avec des textures douces et apaisantes, notamment dans les dortoirs, pour créer une ambiance cocooning propice au repos.

### **Recommandations générales**

À travers cette recherche, il a été constaté que la qualité de l'ambiance intérieure dans un établissement éducatif de la petite enfance qu'elle soit lumineuse, acoustique ou thermique joue un rôle fondamental dans le bien être global des enfants et des encadrants. Cela implique une attention particulière dès la phase de conception architecturale. Ainsi, nous proposons les recommandations générales suivantes :

- Choisir un terrain d'implantation adapté, loin des zones industrielles bruyantes ou des axes routiers très fréquentés, pour limiter les nuisances extérieures.
- Prendre appui sur des outils de simulation numérique (lumière, ventilation, acoustique) pour anticiper le comportement réel des ambiances dans les espaces conçus.
- Adapter la distribution spatiale en fonction des besoins de calme ou d'activité, en plaçant les dortoirs et coins lecture à l'écart des zones les plus bruyantes.
- Prévoir des matériaux à fort pouvoir isolant, aussi bien thermique qu'acoustique, dans les parois extérieures (ex. : liège, laine de bois, polystyrène expansé).
- Favoriser une diversité sensorielle équilibrée, combinant lumière naturelle modulée, couleurs apaisantes, sons doux, et matériaux naturels agréables au toucher.
- Valoriser la présence de la nature dans et autour de la crèche : végétation extérieure (haies, arbres) comme barrière climatique et sonore, et intégration d'éléments naturels (bois, plantes, eau) à l'intérieur.
- Éviter les configurations architecturales défavorables à l'acoustique (angles aigus, espaces en L fermés) en privilégiant des formes douces, arrondies et ouvertes.
- Assurer un entretien régulier et une réévaluation continue des ambiances perçues par les usagers afin d'ajuster les dispositifs si nécessaires.

## **Conclusion**

À travers ce chapitre, nous avons analysé les résultats issus des simulations numériques menées à l'aide des logiciels Ecotect et Dialux Evo, portant sur l'ambiance acoustique, lumineuse, ainsi que sur la ventilation naturelle dans les deux crèches étudiées : Les Leaders et Mes Belles Journées. En parallèle, une étude qualitative a été menée à travers une enquête in situ, visant à appréhender l'adaptabilité architecturale et ambiantale des espaces au quotidien, en se basant sur l'observation directe des usages, des rythmes et des ambiances perceptibles dans les crèches. Ces résultats qualitatifs ont ensuite été croisés avec ceux issus des simulations afin de confronter les données mesurées aux réalités vécues sur le terrain. Cette démarche comparative visait à confirmer ou infirmer nos hypothèses initiales, en mettant en évidence les principaux dysfonctionnements impactant le confort sensoriel des enfants. Les résultats ont révélé une forte concordance entre les deux approches : une acoustique déficiente dans les deux établissements, un éclairage naturel inégal marqué par des surexpositions ou des insuffisances selon l'orientation, ainsi qu'une ventilation naturelle limitée, notamment dans les zones enclavées ou peu ouvertes sur l'extérieur. Sur la base de ces constats, nous avons formulé des recommandations spécifiques visant à remédier aux problèmes identifiés, ainsi que des recommandations générales à considérer dès les phases initiales de la conception architecturale. Cette approche globale vise à améliorer durablement la qualité des environnements d'accueil en intégrant les dimensions sensorielles, émotionnelles et cognitives indispensables au bien-être et au développement harmonieux du jeune enfant

## Conclusion générale

Depuis les premières formes d'organisation éducative, l'être humain a toujours cherché à créer des environnements d'apprentissage qui soient à la fois protecteurs, stimulants et bienveillants pour les enfants. Au fil du temps, cette quête a évolué, ne se limitant plus à la simple fonctionnalité des espaces, mais intégrant des exigences plus complexes liées au bien-être sensoriel, à l'éveil cognitif, et au respect des rythmes de développement des jeunes enfants. Dans ce contexte, l'adaptabilité architecturale et ambiantale s'impose comme une condition essentielle pour concevoir des environnements éducatifs capables de répondre aux besoins évolutifs des enfants dans leur diversité.

Cette réflexion nous a conduits à poser une problématique centrale : **Comment les établissements éducatifs pour la petite enfance peuvent-ils être conçus de façon adaptable afin de répondre aux besoins sensoriels, cognitifs et sociaux des jeunes enfants ?** Afin d'y répondre, notre recherche s'est appuyée sur une étude comparative menée au sein de deux crèches situées à Bejaïa l'une autonome, l'autre intégrée à un ensemble résidentiel. Nous avons analysé la manière dont ces structures accueillent et accompagnent les enfants au quotidien, à travers une lecture croisée des qualités architecturales, des ambiances lumineuses, acoustiques et de ventilation, en lien avec les activités, les rythmes, et les besoins émotionnels des enfants.

Avant d'aborder l'analyse concrète un chapitre introductif présente le cadre de notre recherche en posant une problématique centrale. Pour y répondre de manière pertinente, nous avons d'abord effectué un travail bibliographique qui sert de fondement à notre étude. Nous y avons défini les concepts d'établissements éducatifs, d'adaptabilité architecturale et ambiantale, tout en mettant en lumière les liens étroits entre l'environnement bâti, le développement sensoriel, émotionnel et social de l'enfant, et la qualité des interactions pédagogiques. Une attention particulière a été portée à la relation entre l'espace, la perception sensorielle et les mécanismes d'apprentissage. Ce cadre théorique a posé les fondements nécessaires pour analyser en profondeur les cas d'étude.

La deuxième partie de notre travail s'est consacrée à l'analyse pratique des deux crèches, selon une démarche mixte mêlant enquêtes de terrain, observations in situ, prises de mesures et simulations numériques. Nous avons utilisé les logiciels Ecotect et Dialux Evo pour évaluer l'éclairage naturel, l'acoustique et la ventilation et nous avons mené des enquêtes in situ qualitatives. Les résultats ont mis en évidence des différences notables : la crèche intégrée, limitée par sa position en fond de bâtiment et son ouverture sur une seule façade, présente une ventilation naturelle insuffisante, une forte dépendance à l'éclairage artificiel et une réverbération sonore importante dans la majorité des espaces. À l'inverse, la crèche autonome offre une meilleure répartition de la lumière naturelle, des possibilités d'aération croisées, et une qualité sonore relativement plus confortable, bien que des améliorations soient nécessaires.

Ces constats révèlent que les ambiances architecturales jouent un rôle déterminant dans le ressenti, le confort et l'attitude comportementale des enfants, influençant aussi bien leur concentration, leur calme, leur sociabilité que leur capacité d'exploration. Une mauvaise qualité acoustique peut générer du stress ou perturber les jeux collectifs ; un excès de lumière ou une ambiance monotone peut engendrer de la fatigue ou de l'agitation. Ces éléments démontrent

que l'adaptabilité ambiantale à travers la modulation du son, de la lumière, de la ventilation et des couleurs doit être au cœur de la conception des espaces éducatifs.

À travers ce travail de recherche, nous sommes en mesure de confirmer les hypothèses formulées dans l'introduction. En disant que L'adaptabilité architecturale et ambiantale joue un rôle central dans la manière dont les jeunes enfants perçoivent, vivent et interagissent avec leur environnement éducatif. En intégrant de façon cohérente des éléments sensoriels tels que la lumière, le son et la ventilation, il devient possible de concevoir des espaces qui ne se limitent pas à répondre aux besoins fonctionnels, mais qui soutiennent également le développement émotionnel, cognitif et relationnel de l'enfant. Une réflexion approfondie sur ces interactions ouvre la voie à des approches architecturales innovantes, capables de générer des ambiances favorables à l'exploration, au calme et à l'épanouissement des enfants dans les structures d'accueil de la petite enfance

En définitive, ce travail confirme que l'architecture des établissements éducatifs ne peut se limiter à des normes fonctionnelles. Elle doit intégrer une dimension sensible et adaptative, capable de soutenir les besoins multiples, fluctuants et souvent silencieux des jeunes enfants. Une architecture éducative réussie est une architecture réactive, sensorielle, évolutive, où chaque élément : lumière, son, matière, air contribue à créer un milieu propice à l'exploration, à la tranquillité, à l'éveil et à la joie de vivre.

L'adaptabilité, loin d'être un luxe, devient ainsi une exigence éthique dans la conception des lieux de la petite enfance. Elle représente une réponse concrète aux enjeux du développement global, de l'inclusion et du bien-être. Elle permet de concevoir des espaces vivants, ajustables, où chaque enfant peut trouver sa place, selon son rythme, sa sensibilité et ses besoins propres. C'est cette vision de l'architecture que nous souhaitons porter, pour une éducation enracinée dans le confort, la dignité et le respect de la petite enfance.

## **Les limites de la recherche**

Comme toute étude, cette recherche comporte un certain nombre de limites :

- La durée limitée de la recherche : Le temps imparti ne nous a pas permis d'approfondir certaines dimensions ce qui aurait enrichi l'analyse.
- L'absence de moyens de prise de mesure réels, ce qui nous a empêchés d'utiliser des appareils spécialisés.
- La difficulté d'accès aux crèches étudiées, avec des restrictions sur les prises de photos et les observations directes.
- L'impossibilité d'échanger avec les enfants Par mesure de protection ou de règlement interne

## **Perspectives de recherche**

Cette étude ouvre la voie à plusieurs pistes de recherches futures, tant sur le plan théorique que pratique :

- Approfondissement des dimensions sensorielles : Une poursuite de cette recherche pourrait intégrer une analyse plus poussée de l'expérience sensorielle des enfants (notamment le toucher, l'odorat et la perception thermique), en lien avec les ambiances architecturales, afin d'enrichir la compréhension du confort global dans les espaces éducatifs.
- Observation sur le long terme : Des études menées sur une période prolongée permettraient d'observer l'évolution des comportements des enfants dans des espaces adaptables, et d'évaluer l'impact réel de certaines ambiances (lumière, acoustique, ventilation) sur leur développement cognitif, émotionnel et social.
- Évaluation de la flexibilité en situation réelle : Il serait pertinent de tester différents scénarios d'aménagement ou de réorganisation spatiale avec la participation des éducateurs, pour évaluer concrètement la capacité d'adaptation des lieux face aux besoins changeants des enfants au quotidien.
- Inclusion des enfants dans la démarche : En développant des méthodologies adaptées à la petite enfance, de futures recherches pourraient intégrer la voix des enfants de manière plus directe, par l'observation participative ou des outils sensibles adaptés à leur âge (dessin, jeu, parcours, etc.).
- Croisement avec des disciplines connexes : Une approche interdisciplinaire, associant l'architecture, la psychologie de l'enfant, la pédagogie et les sciences cognitives, offrirait une analyse plus riche et nuancée de la relation entre espace et développement de l'enfant.
- Conception participative avec les professionnels de la petite enfance : Enfin, une perspective de recherche-action pourrait consister à co-concevoir des espaces éducatifs avec les professionnels (éducateurs, directeurs, agents d'entretien), afin de mettre en place des solutions réellement adaptées, concrètes et applicables.

## **Bibliographie :**

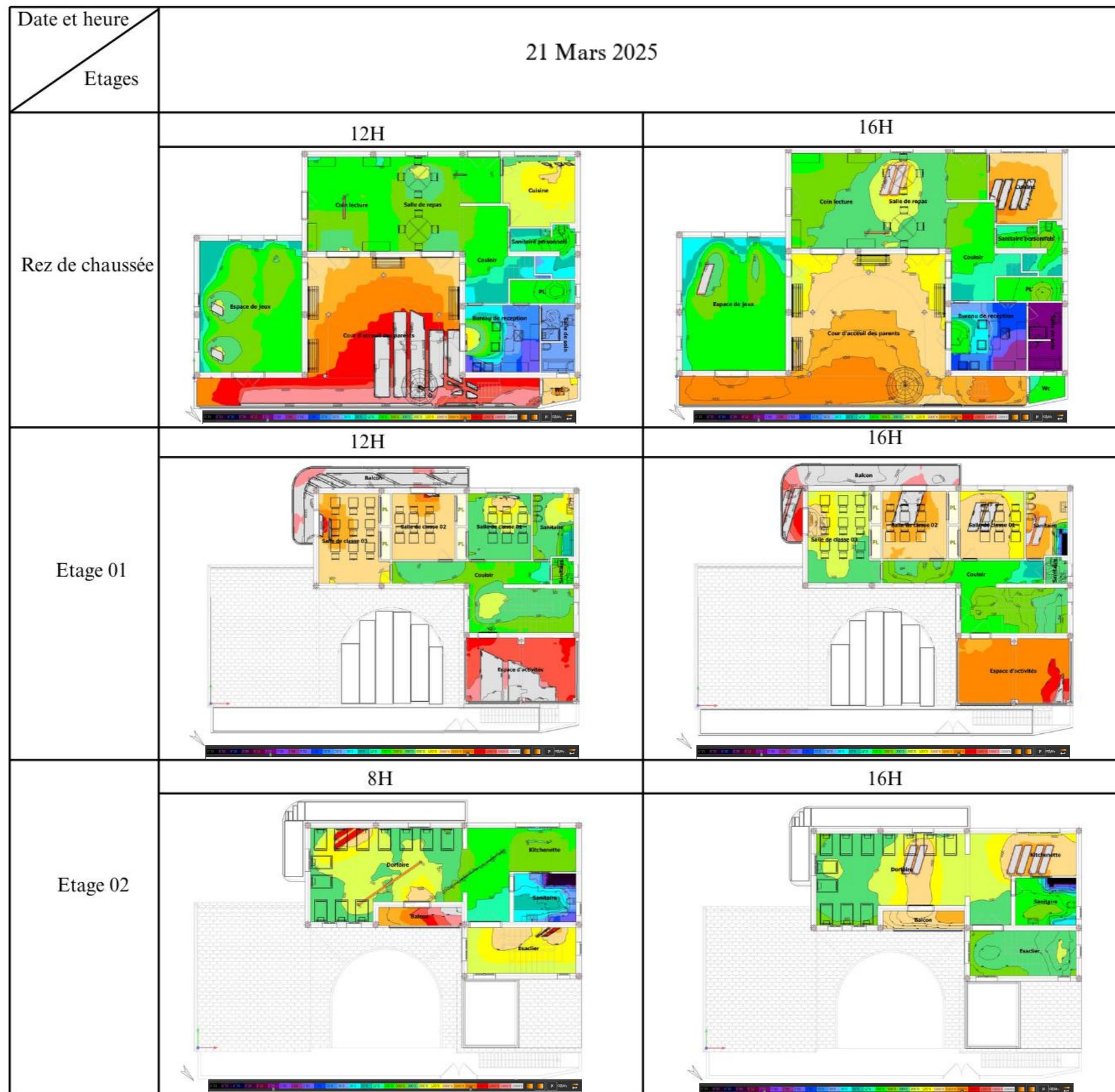
- Ageron, C.R. (1968), « Les musulmans algériens et la France (1871-1919) », Paris, Presses universitaires de France
- Ackemar, J., & Franzelius, S. (n.d.). Adaptabilities : Space, time & architecture.
- Acharya, L. (2013). Flexible architecture for the dynamic societies.  
<https://munin.uit.no/bitstream/handle/10037/5462/thesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ait Meddour, M. (2021). La politique d'enseignement en Algérie durant l'occupation française
- Askar, R., Bragança, L., & Gervásio, H. (2021). Adaptability of buildings: A critical review on the concept evolution. Applied Sciences, 11(10), 4483.  
<https://doi.org/10.3390/app11104483>
- Barrett, P. S., Zhang, Y., Davies, F., & Barrett, L. C. (2015). Clever classrooms : Summary report of the HEAD project. University of Salford. <http://usir.salford.ac.uk/35221/>
- Barthelemy, S., & Jeannin, L. (2019). Peut-on penser le bonheur à l'école ? Histoire et courants architecturaux du bâtiment scolaire, une nouvelle ère à venir ? Tréma, 52.  
<https://doi.org/10.4000/trema.5416>
- Belakehal, A. (2013, octobre). De la notion d'ambiance / About the notion of ambience. Courrier du Savoir, (16), 49–54
- Benharkat, M. (2005). Le système éducatif algérien. Laboratoire d'analyse des processus sociaux et institutionnels, Université Mentouri Constantine.
- Berger, C. (2004, décembre). Architecture scolaire [Éditorial]. Bulletin CIIP, (15). Conférence intercantionale de l'instruction publique
- Blyth, A. (2013). Perspectives sur les futurs espaces scolaires. Revue internationale d'éducation de Sèvres, (64), 24–39
- Chambier, M. (2018). L'évolution de l'architecture scolaire : évolution de l'enseignement – évolution des bâtiments. Education. <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04737189>
- Châtelet, A.-M. (2004). L'architecture des écoles au XXe siècle : Essai d'historiographie I. Histoire de l'éducation, (102), 5–30.
- Djélépy, P. N. (1952). L'architecture et l'enfant. Enfance, 5(2), 138–153.  
<https://doi.org/10.3406/enfan.1952.1238>

- ENSAB (École nationale supérieure d'architecture de Bretagne). (2022). Architecture évolutive / réversible – Formes et dispositifs (Édition française).
- Estaji, H. (2017). A review of flexibility and adaptability in housing design.  
<https://doi.org/10.14621/tna.20170204>
- Eurydice. (2019). Structures des systèmes éducatifs européens : Diagrammes 2018/2019 – Faits et chiffres. Bruxelles : Agence exécutive européenne pour l'éducation et la culture (EACEA), Eurydice.
- Forster, S. (2004). Architecture scolaire : Regard historique. Bulletin CIIP, (15), 3–10
- Gaulupeau, Y. (1984). Histoires d'établissements scolaires. Histoire de l'éducation, (22), 59–67. <https://doi.org/10.3406/hedu.1984.1248>
- Histoire de l'éducation. (2002). No 94. Institut national de recherche pédagogique (INRP), Service d'histoire de l'éducation.
- Khodja, M. K. (2014, mars). L'école algérienne et les politiques scolaires.  
<https://www.researchgate.net/publication/370440467>
- Kooi, Y. K. (2022). Adaptability and flexibility in architecture : Concepts & theories applied in residential architecture to achieve adaptability.  
<https://www.researchgate.net/publication/357866253>
- Larousse, É. (S. d.). Définitions - Dictionnaire de français Larousse.  
<https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/lumi%C3%A8re/48043>
- Lelièvre, C. (1989). Repères pédagogiques : Histoire des institutions scolaires (1789-1989)
- Lelieveld, C. M. J. L., Voorbij, A. I. M., & Poelman, W. A. (s.d.). Adaptable architecture. TU Delft, Pays-Bas
- Malouin, S. (2013). Perspectives sensorielles : Une architecture pour les sens et l'orientation du corps dans l'espace : un centre communautaire de formation et de services pour les personnes handicapées visuelle
- Marchand, B. (2004). L'architecture scolaire aujourd'hui. Bulletin CIIP, (15), 20–23
- Medaregnarou Boubir, H. (2019, février). *العمارة وبيئة الطفل، مخبر الطفل، المدينة، والبيئة*. Evolution de l'espace scolaire à travers l'histoire Typologies des écoles. Université de Batna.  
<https://www.researchgate.net/publication/371666703>
- Ministère de l'Éducation (Algérie). (2019). Système éducatif algérien : Rapport national (septembre 2019).

- Nakib, F. (s.d.). Toward an adaptable architecture : Guidelines to integrate adaptability in the building. City, Urban Design and Sustainable Development research laboratory, Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme-EPAU, Algiers, Algeria.
- Patarch, P. (2020). Dom Competition – Open international architectural competition in two stages – KooZA/rch. <https://www.koozarch.com/interviews/dom-competition-open-international-architectural-competition-in-two-stages/>
- Sadeg, M. (2012). Évolution du système éducatif de l'Algérie de 1830 à 2012 : Origines historiques des disparités régionales
- Saker, T., & Mezroua, S. (s.d.). Les différentes sortes de pédagogie. Revue des sciences de l'homme et de la société. Université d'Alger 3 & Université de Biskra, Algérie
- Saraoui, S. (2020). Vers une topologie ambiante de l'espace architectural : Référence aux cas des musées
- Schmidt III, R., Eguchi, T., Austin, S., & Gibb, A. (2010). What is the meaning of adaptability in the building industry ?
- Scuderi, G. (2019). Designing flexibility and adaptability : The answer to integrated residential building retrofit. Designs, 3(1), 3. <https://doi.org/10.3390/designs3010003>
- UNESCO. (2012). Classification internationale type de l'éducation : CITE 2011. Institut de statistique de l'UNESCO. <https://uis.unesco.org/fr/documents/classification-internationale-type-de-leducation-cite-2011>
- XB Architectes. (2015, 16 novembre). Architecture évolutive / flexible (Version 1)
- Zarrillo, A. (2020). Adaptive dimension in architecture : Modular and transformable structures as an alternative to traditional building systems. Architecture Essays & Viewpoint. <https://doi.org/10.19229/978-88-5509-096-4/372020>
- Zineddine, S., & Belakehal, A. (2021). La sensorialité comme thématique de l'architecture du XXe siècle en Algérie. Architecture et environnement de l'enfant, 6(3), 175–192

## **Annexes**

Résultats simulation lumineuse du 21 mars 2021 cas 01 : crèche les leaders



Résultats simulation lumineuse du 21 mars 2021 cas 02 : crèche mes belles journées

