



**Ministère de l'Enseignement Supérieur
Et de la Recherche Scientifique
Université Abdelhamid Ibn
Badis de Mostaganem
Faculté des sciences et de la technologie
Département d'Architecture**



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE DE MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Architecture, Urbanisme et Métiers de la Ville

Filière : Architecture

Spécialité : **ARCHITECTURE**

Thématique : Architecture Urbaine

Le Thème

Exploitation de l'énergie cinétique dans les équipements préscolaires à zéro énergie. Cas de la ville de Mostaganem.

Présentées et soutenu par :

FELLAG Hadjer

KORIDJIDJ Chahira

Soutenu publiquement le 24/02/2025 devant le jury composé de:

Président : Mme. BOUCHAAR Rafika

Examineur : M. DOUIDI Mehdi

Examineur : M. AHMED KHOUDJA Mohamed

Encadreur : Dr. BENAMEUR Okba



Remerciement

Nous remercions Dieu pour sa grâce, ses bénédictions et son succès, ainsi que pour la volonté et le courage nécessaires à l'accomplissement de ce modeste travail.

On dit que « le superviseur est comme une torche qui éclaire le chemin du chercheur ».

En conséquence, nous exprimons nos sincères remerciements et notre gratitude au Dr.

Benameur Okba pour son travail acharné avec nous, ses conseils, ses encouragements, sa patience, et pour être resté éveillé tard afin d'achever ce travail.

Nous demandons à Dieu de lui accorder sa grande générosité et d'éclairer son chemin. Et lui ouvrir les portes du bien-être, ainsi que du bonheur et de la santé.

Je tiens également à remercier sincèrement les membres du jury : BOUCHAAR Rafika et

DOUIDI Mehdi et M.AHMED KHOUDJA Mohamed pour leur intérêt pour ce sujet de recherche et pour avoir accepté de revoir notre travail et de l'enrichir de leurs suggestions.

Nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

A tous ceux qui nous ont appris une lettre, nous vous remercions beaucoup. Le messenger d'Allah (sur lui la paix et le salut) a dit :

« Certes, Allah et ses anges ainsi que les habitants des cieux et de la terre jusqu'à la fourmi dans sa fourmilière et le poisson, prient pour ce qui enseignent le bien aux gens

Dédicace

À Celui qui m'a guidée, soutenue et inspirée tout au long de ce parcours, je rends grâce à Dieu pour avoir transformé un rêve lointain en une réalité accomplie. Ce travail est le fruit d'un chemin semé de défis, mais riche d'apprentissages, et je Lui adresse ma gratitude infinie.

À ma mère, mon ange gardien et ma force, mon soutien inébranlable et ma source de réconfort, je dédie cette réalisation. C'est grâce à ses sacrifices, son amour et ses prières que j'ai pu mener ce projet à terme.

À mon père, qui m'a encouragée avec une générosité sans limites, et qui m'a donné la force de surmonter chaque obstacle. Ton appui constant a été un pilier dans ce parcours.

À mes frères, Djalil et Yasser et Mohamed, vos encouragements et votre présence m'ont portée. Que Dieu vous bénisse et vous protège.

À ma sœur Kenza, celle qui a toujours cru en mes capacités et qui m'a rappelé, à chaque étape, la force qui est en moi.

*Pour le premier petit-enfant de la famille est mon neveu, ce que j'aime tellement khalilou
À ma sœur Chahira, qui a toujours eu foi en moi et m'a rappelé à chaque instant la force qui m'habite.*

À mon superviseur, Dr. Benameur Okba, pour sa disponibilité, son accompagnement attentif, ses remarques constructives et ses encouragements. Vos conseils ont nourri ma passion pour l'architecture et m'ont permis de m'épanouir dans ce domaine exigeant.

À toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire, je vous exprime ma profonde reconnaissance.

Que ce travail soit, je l'espère, une contribution utile à autrui et une œuvre qui perdurera comme une source d'inspiration et de bien.

Melle FELLAG Hadjer

Dédicace

À Celui qui m'a guidée, soutenue et inspirée tout au long de ce parcours, je rends grâce à Dieu pour avoir transformé un rêve lointain en une réalité accomplie. Ce travail est le fruit d'un chemin semé de défis, mais riche d'apprentissages, et je Lui adresse ma gratitude infinie.

À ma mère mon soutien inébranlable et ma source de réconfort, je dédie cette réalisation. C'est grâce à ses sacrifices, son amour et ses prières que j'ai pu mener ce projet à terme. À mon père, qui m'a encouragée avec une générosité sans limites, et qui m'a donné la force de surmonter chaque obstacle. Ton appui constant a été un pilier dans ce parcours.

À mes Sœurs, Amina et Halima vos encouragements et votre présence m'ont portée. Que Dieu vous bénisse et vous protège.

À mon frère, Ayoub qui m'a encouragée avec une générosité sans limites, À ma sœur Hadjer, celle qui a toujours cru en mes capacités et qui m'a rappelé, à chaque étape, la force qui est en moi.

À mon superviseur, Dr. Benameur Okba, pour sa disponibilité, son accompagnement attentif, ses remarques constructives et ses encouragements. Vos conseils ont nourri ma passion pour l'architecture et m'ont permis de m'épanouir dans ce domaine exigeant.

À toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire, je vous exprime ma profonde reconnaissance.

Et même à ceux qui, par leurs doutes ou leurs obstacles, m'ont poussée à aller plus loin et à me dépasser, je leur adresse mes remerciements.

Que ce travail soit, je l'espère, une contribution utile à autrui et une œuvre qui perdurera comme une source d'inspiration et de bien.

Melle KORIDJIDJ Chahira

Résumé

L'enfant, être sensible et vulnérable, est profondément façonné par son environnement architectural et urbain. Cette réalité met en lumière la nécessité de concevoir des espaces adaptés, sécurisés et stimulants, spécifiquement pensés pour répondre à ses besoins et favoriser son épanouissement. L'architecture pour enfants incarne une rencontre entre l'imaginaire de l'enfant et la créativité de l'architecte, un défi ambitieux qui exige une approche à la fois innovante et inclusive. Ce mémoire de master explore une idée novatrice : l'intégration de l'énergie cinétique dans les équipements préscolaires, alliant ainsi innovation technologique, éducation et durabilité. Le projet propose la création d'un établissement dédié aux enfants en exploitant leur énergie naturelle et leur propension au mouvement pour générer de l'électricité. Cette démarche s'inscrit dans une perspective d'architecture à énergie zéro, visant à concevoir un bâtiment autosuffisant et respectueux de l'environnement. En offrant un cadre de vie sain, sécurisé et stimulant, ce projet aspire à répondre aux besoins spécifiques de cette population vulnérable tout en sensibilisant les générations futures à l'importance des énergies renouvelables et à la création d'environnements urbains inclusifs. À travers cette réflexion, l'architecture se réinvente comme un outil au service du bien-être, de l'apprentissage et de la transition écologique, plaçant l'enfant au centre d'une vision durable et humaniste.

Mots-clés : Énergie Cinétique, Zéro Energie, Architecture Durable, Architecture Préscolaire, Mostaganem.

Abstract

The child, a sensitive and vulnerable being, is profoundly shaped by their architectural and urban environment. This reality highlights the need to design spaces that are adapted, secure, and stimulating, specifically tailored to meet their needs and foster their development. Architecture for children embodies a meeting point between the child's imagination and the architect's creativity, an ambitious challenge that demands an innovative and inclusive approach. This master's thesis explores a groundbreaking idea: the integration of kinetic energy into preschool facilities, combining technological innovation, education, and sustainability. The project proposes the creation of a facility dedicated to, harnessing their natural energy and propensity for movement to generate electricity. This approach aligns with a zero-energy architecture perspective, aiming to design a self-sufficient and environmentally respectful building. By providing a healthy, secure, and stimulating living environment, this project aspires to address the specific needs of this vulnerable population while raising awareness among future generations about the importance of renewable energy and the creation of inclusive urban spaces. Through this reflection, architecture reinvents itself as a tool for well-being, learning, and ecological transition, placing the child at the center of a sustainable and humanistic vision.

Keywords: Kinetic energy ,Zero energy, Sustainable Architecture, Preschool Architecture, Mostaganem.

ملخص

يُعدّ الطفل كائنًا حساساً وهشاً، يتأثر بعمق بمحيطة المعماري والعمراني. وتُبرز هذه الحقيقة الحاجة الملحة إلى تصميم فضاءات مخصصة وآمنة ومحفّزة، تُراعى فيها خصوصيات الطفل وتُلبي احتياجاته النفسية والجسدية، بما يساهم في نموه المتكامل وازدهاره. إن العمارة الموجهة للأطفال تُجسّد تلاقي خيال الطفل مع إبداع المعماري، وهو تحدّي يتطلّب مقاربة مبتكرة وشاملة في آنٍ واحد. يتناول هذا البحث في إطار رسالة الماجستير فكرة جديدة تتمثل في دمج الطاقة الحركية ضمن تجهيزات الطفولة المبكرة، وذلك من خلال الربط بين الابتكار التكنولوجي، والتربوية، والاستدامة البيئية. ويقترح المشروع إنشاء مؤسسة مخصّصة للأطفال تستثمر طاقاتهم الطبيعية ونزعتهم الفطرية نحو الحركة، لتوليد الكهرباء، في انسجام مع مفهوم العمارة ذات الطاقة الصفرية. ويهدف المشروع إلى تصميم مبنى مكتفٍ ذاتياً وموائم للبيئة، يوفر فضاءً صحياً وأمناً ومحفّزاً. ومن خلال هذه الرؤية، يسعى المشروع إلى تلبية احتياجات فئة عمرية حساسة، مع تعزيز وعي الأجيال الصاعدة بأهمية الطاقات المتجددة وأثرها في بناء مدن أكثر شمولاً واستدامة. وبذلك، تعيد العمارة تشكيل دورها كأداة تخدم الرفاه والتعلّم والتحوّل البيئي، واضعةً الطفل في صلب رؤية معمارية إنسانية ومستدامة

المفتاحية: الطاقة الحركية، الطاقة الصفرية، العمارة المستدامة، عمارة ما قبل المدرسة، مستغانم.

Table de matière

<i>Remerciement</i>	II
<i>Dédicace</i>	III
<i>Dédicace</i>	IV
Résumé.....	V
Abstract.....	VI
ملخص.....	VII
Table de matière.....	VIII
Listedes figures	XII
Listedes tableaux.....	XIV
<i>Partie Théorique</i>	1
1. Introduction Générale:	2
2. Problématique :.....	2
3. Objectifs :.....	3
4. Hypothèses :.....	4
5. Structure Du Mémoire :	4
CHAPITRE 1 : l'énergie cinétique	5
Introduction :.....	6
1.1 Définition :.....	6
1.2 Mécanismes de base pour la conversion de l'énergie cinétique en électricité :	6
1.3 Utilisation des dynamos dans les jeux d'enfants :	7
1.3.1 La balançoire	8
1.3.2 Les toboggans	9
1.3.3 La balançoire à bascule	9
1.3.4 Le manège rotatif :	10
1.4 Application des sols piézoélectriques dans les espaces de jeux :	11
1.4.1Les dalles cinétiques :	11
Conclusion :.....	12
CHAPITRE2: L'architecture préscolaire	13
Introduction :.....	14
2.1 Les spécificités de l'enfant :	14
2.1.1 Le développement global de l'enfant :	15
2.2 Établissements et les services d'accueil collectifs des enfants :	17

2.2.1	Les objectifs des centres éducatifs préscolaires :	18
2.3	Définition de l'architecture de l'enfant :	18
2.4	L'enfant et l'enveloppe architecturale :	19
2.4.1	Le confort thermique et acoustique :	19
2.4.2	Les matériaux d'isolation :	19
2.5	L'enfant et les couleurs:	21
2.5.1	Perception des couleurs chez les enfants :	21
2.5.2	Les couleurs en école préscolaire interdites :	23
2.6	Aménagement de l'espace dans un établissement préscolaire :	23
2.6.1	L'importance de l'aménagement de l'espace dans un établissement préscolaire :	27
2.6.2	Les points clés d'un bon aménagement :	27
2.7	Les principes de base du programme préscolaire :	27
	Conclusion :	29
CHAPITRE 3 : Equipements préscolaire à Zéro Énergie.....		31
	Introduction	32
3.1	Bâtiments zéro énergie:	32
3.2	Les principes fondamentaux d'un bâtiment à énergie zéro :	32
3.2.1	Systèmes de production d'énergie renouvelable :	32
3.2.1.1	Le solaire photovoltaïque :	33
3.2.1.2	Le solaire thermique :	34
3.2.1.3	Les pompes à chaleur :	35
3.2.1.4	Le petit éolien :	36
3.2.1.5	La biomasse :	37
3.2.2	Réduire la consommation énergie :	38
3.2.2.1	L'orientation des bâtiments :	38
3.2.2.2	Recours aux matériaux à haute performance énergétique :	39
3.2.2.3	Intégration de systèmes de ventilation naturelle :	41
3.2.2.4	Utilisation de la lumière naturelle :	42
3.2.3	Le stockage de l'énergie :	43
3.2.3.1	Batteries thermiques :	43
3.3	Les exemples :	44
3.3.1	École communautaire Creekside Tigard, Oregon	44
3.3.2	L'école du Petit Lac :	46

CHAPITRE 4 : Analyse thématique	48
Introduction :	49
4.1 Crèche Pablo Neruda	49
4.1.1 Fiche technique :	49
4.1.2 Situation :	50
4.1.3 L'idée de conception :	50
4.1.5 L'organisation spatiale :	52
4.1.7 Etude des façades :	55
4.2 Crèche municipale Els Daus à Cardedeu, Barcelone	56
4.2.1 Fiche technique :	56
4.2.2 Situation :	56
4.2.3 L'idée de la conception :	57
4.2.4 Étude plan de masse :	57
4.2.5 Description du projet :	59
4.2.6 La conception :	59
4.3 Crèche Budin	60
4.3.1 Fiche technique :	61
4.3.2 Situation :	61
/Étude plan de masse :	62
4.3.4 Étude plan de masse :	62
4.3.5 Les plans :	63
4.3.7 La conception :	64
Synthèse :	64
CHAPITRE 5 : Analyse de site	67
Introduction :	68
5.1 Motivation de choix :	68
5.2 Présentation de la wilaya de Mostaganem:	68
5.3 Analyse climatique :	70
5.4 Présentation du site :	72
5.5 Morphologie du terrain :	74
5.6 Etude de contexte naturel du site :	75
Synthèse :	76
CHAPITRE 6 : Genèse et développement du projet	77

Introduction :.....	78
5.3 Programme générale :.....	78
5.4 Bilan énergétique :.....	80
6.3 Schéma de principe :.....	91
6.4 Idée conceptuelle :.....	92
6.5 Diagrammes fonctionnels :.....	95
6.6 Genèse du plan de masse :.....	96
6.7 Développement des plans :.....	97
Conclusion :.....	108
Conclusion général :	109
Références bibliographiques :.....	111

Listedes figures

Figure1 : Le phénomène de la piézoélectricité (Source : Hazemsakeek, 2001).	7
Figure2 : Manèges typiques des aires de jeux (Source : SustainablePlaygorund).	8
Figure3 : Fabrication mécanique de la balançoire (Source : SustainablePlaygorund).	8
Figure 4 : Proposition de conception d'un toboggan à rouleaux (Source : SustainablePlaygorund)	9
Figure4 : Production d'énergie Seesaw (Source : SustainablePlaygorund)	10
Figure5 : Schéma de fonctionnement Le manège rotatif (Source : Playground Power Source)	10
Figure6 : Dispositif piézoélectrique(Source : Playground Power Source).	11
Figure7 : Les dalles cinétiques Comment ça fonctionne (Source : Ciclovivo)	11
Figure8 : Système démonstration de pavegen(Source : Designboom).	12
Figure9: Le développement global de l'enfant (Source : Osetontruc).	15
Figure 11:L'enfant et les couleurs (Source : Blog.kidea)	21
Figure12 : Les espaces en écoles préscolaire.(Source :Auteurs)	24
Figure13 : Composants d'un système photovoltaïque (Source :Researchgate).	33
Figure14 : Un panneau solaire thermique (Source : Conseils).	34
Figure15 : Fonctionnement d'un système de chauffe-eau solaire (Source :Tomberdans les poire).	35
Figure16 : Fonctionnement d'une pompe à chaleur aérothermique (air-eau) (Source :Bing).	35
Figure17 : Une pompe à chaleur géothermique (Source : Bing).	36
Figure18 : Éolienne à axe horizontal (Source : Choisir).	37
Figure19 : Eolienne verticaleb (Source :Choisir).	37
Figure21 : Schéma du fonctionnement d'une centrale biomasse (Source : Be-atex).	38
Figure20 : Le Schéma le comparatif entre deux bâtiments (Source : Solen).	38
Figure21 : Influence du vent et du courant ascendant thermique sur la ventilation (Source :Linquip).	41
Figure22 : Effet de flottabilité en ventilation naturelle (Source :Linquip).	42
Figure23 : Le réseau photovoltaïque sur le toit (Source :Bora)	44
Figure24 : L'enveloppe haute performance (Source :Bora)	45
Figure25 : Les fenêtres à double ouverture (Source : Bora)	45
Figure26 : L'école du Petit Lac(Source :Energie-partagee.org)	46
Figure27 : Crèche Pablo Neruda (Source : Archdaily, 2025).	49
Figure28 : la situation de Crèche Pablo Neruda (Source : Archdaily)	50
Figure30 : Etude de plan de Crèche Pablo Neruda(Source : Archdaily)	51
Figure31 : L'accessibilité de Crèche Pablo Neruda (Source:Archdaily)	51
Figure32 : L'organisation de Crèche Pablo Neruda (Source : Archdaily)	52
Figure33 : Le plan de RDC de Crèche Pablo Neruda (Source : Archdaily)	52
Figure34 : L'organisation fonctionnelle de Crèche Pablo Neruda (Source : Archdaily)	53
Figure35 : les espaces aménagées avec des différentes couleurs (Source : Archdaily)	53
Figure36 : les espaces de sanitaire de Crèche Pablo Neruda (Source : Archdaily)	54
Figure37 : les jeux de (Source : Archdaily)	54
Figure38 : Grande surface libre (Source : Archdaily)	54
Figure39 : fenêtre de différentes tailles (Source : Archdaily)	55
Figure40 : Le plein est plus dominant que le vide (Source : Archdaily)	55
Figure41 : Utilisation des couleurs pour identifier Le bâtiment (Source : Archdaily)	55
Figure42 : Crèche municipale Els Daus à Cardedeu, Barcelone (Source : Aia.cat)	56
Figure43 : la situation de projet (Source : Aia.cat)	56
Figure44 : Plan RDC de 2ème exemple (Source : Aia.cat)	57
Figure45 : Le plan des modules cubique (Source : Aia.cat)	58
Figure46 : vue postérieur de projet (Source : Aia.cat)	59
Figure47 : Caoutchouc recyclé (Source : Fr.wikiarquitectura)	60
Figure48 : Coupe montre la ventilation du projet (Source : Fr.wikiarquitectura)	60
Figure49 : coupe montre la ventilation du projet (Source : Fr.wikiarquitectura)	60
Figure50 : la situation de projet (Source : Archdaily)	61

<i>Figure51 : plan de masse de la Crèche Budin (Source : Combarel-marrec)</i>	62
<i>Figure52 : les planes de la Crèche Budin (Source : Archdaily)</i>	63
<i>Figure53 : Localisation communale de la wilaya de mostaganem (Source : Google image)</i>	69
<i>Figure54 : La présentation de la carte de Mostaganem dans la carte d'Alegria (Source : Google image)</i>	70
<i>Figure55 : Les données climatique de la température saisonnière (Source : Https://fr.climate-data.org)</i>	71
<i>Figure56 : Les périphéries de site (Source : Auteurs)</i>	73
<i>Figure58 : Coupe vertical de site (Source : Auteurs)</i>	74
<i>Figure59 : Coupe horizontal de site (Source : Auteurs)</i>	75
<i>Figure60 : Accessibilité et L'ensoleillement et Ventilation de terrain (Source : Auteurs)</i>	75
<i>Figure61 : Schéma de principe (Source : Auteurs)</i>	92
<i>Figure62 : Inspiration principale de formes de projet (Source : Auteurs)</i>	93
<i>Figure63 : Développement de concept de la formes de projet (Source : Auteurs)</i>	93
<i>Figure64 : Développement de concept de la formes de projet (Source : Auteurs)</i>	95
<i>Figure65 : Schéma de l'espace. (Source : Auteurs)</i>	95
<i>Figure66 : Plan de masse. (Source : Auteurs)</i>	96
<i>Figure67 : Schéma de plan de rdc (Source : Auteurs)</i>	97
<i>Figure68 : Schéma de plan de r+1 (Source : Auteurs)</i>	97
<i>Figure69 : Schéma de plan de r+2 (Source : Auteurs)</i>	98
<i>Figure70 : Plan de rdc (Source : Auteurs)</i>	98
<i>Figure71 : Plan de premier étage (Source : Auteurs)</i>	99
<i>Figure72 : Plan de deuxième étage (Source : Auteurs)</i>	99
<i>Figure73 : Coupe AA (Source : Auteurs)</i>	100
<i>Figure74 : Coupe BB (Source : Auteurs)</i>	100
<i>Figure75 : Coupe CC (Source : Auteurs)</i>	101
<i>Figure76 : Facade principal (source : Auteurs)</i>	101
<i>Figure77 : Façade secondary (source: Auteurs)</i>	101
<i>Figure78 : Façade latérale droite (source : Auteurs)</i>	102
<i>Figure79 : façade latérale gauche (source : Auteurs)</i>	102
<i>Figure 80 : vue du projet(source : Auteurs)</i>	102
<i>Figure81 : vue du projet(source : Auteurs)</i>	103
<i>Figure82: vue du projet (source : Auteurs)</i>	103
<i>Figure83 : vue du projet (source : Auteurs)</i>	103
<i>Figure 84 : vue du projet (source : Auteurs)</i>	104
<i>Figure 85 : vue du projet (source : Auteurs)</i>	104
<i>Figure86 : vue du projet (source : Auteurs)</i>	105
<i>Figure 87 : vue du projet (source : Auteurs)</i>	105
<i>Figure 88 : Brise soleil (source : Auteurs)</i>	106
<i>Figure 89 : Petit éolien (source : Auteurs)</i>	106
<i>Figure 90 : Panneaux photovoltaïque (source : Auteurs)</i>	107
<i>Figure 91 : Jardin énergétiques (source : Auteurs)</i>	107

Listedes tableaux

<i>Tableau1 : Le développement de l'enfant de 0 à 6 ans (Source: Ministère de la famille et des aînés ,2007).</i>	<i>16</i>
<i>Tableau2 : L'enfant et l'enveloppe architecturale. (Source : Ecole d'architecture université Laval, 2007)</i>	<i>20</i>
<i>Tableau3 :La dynamique des couleurs (Source : Madeleinejeux-shop, 2025).</i>	<i>22</i>
<i>Tableau4 : Les espaces communs dans un etablissement préscolaire(Soure :Auteurs).</i>	<i>24</i>
<i>Tableau5 : Les espaces pour les petites enfants dans un etablissement préscolaire (Soure :Auteur).</i>	<i>25</i>
<i>Tableau6 : Les d'efférents espaces de la section moyenne et la grande section (Source : Auteurs).</i>	<i>26</i>
<i>Tableau7 : Les différents coins d'activité offerts aux enfants selon leurs besoins. (Source: Jeuxetcompagnie). .</i>	<i>28</i>
<i>Tableau8 : Facteurs de correction selon l'orientation et l'inclinaison. Données Absolues Energie (Source : Ef4.be).</i>	<i>34</i>
<i>Tableau9 : La synthèse général (Source : Auteurs).....</i>	<i>64</i>
<i>Tableau10 : Les atouts et Les lacunes (Source : Auteurs).....</i>	<i>65</i>
<i>Tableau11 : Programme proposer pour l'établissement(Source :Aoutures)......</i>	<i>78</i>
<i>Tableau 12 : consommation d'énergie d'espaces communs et les espaces Liées aux personnes</i>	<i>80</i>
<i>Tableau 13 : consommation d'énergie d'espace de soin</i>	<i>82</i>
<i>Tableau 14 : consommation d'énergie d'espace gastronomique</i>	<i>83</i>
<i>Tableau 15 : consommation d'énergie de Logement de fonction</i>	<i>84</i>
<i>Tableau 16 : consommation d'énergie de petite section de 2 ans à 3 ans</i>	<i>85</i>
<i>Tableau 17 : consommation d'énergie de grande section de 4 ans à 5 ans</i>	<i>86</i>
<i>Tableau 19 : Consommation d'énergie dans le bâtiment (Source : Auteurs)</i>	<i>87</i>
<i>Tableau 20 : Production l'énergie de Panneau solaire (Source : Auteurs)</i>	<i>87</i>
<i>Tableau 21 : Production l'énergie des dalles cinétiques (Source : Auteurs)</i>	<i>88</i>
<i>Tableau 22 : Produire d'énergie de jouet (Source : Auteurs)</i>	<i>88</i>
<i>Tableau 23 : Ventilation Natural (Source : Auteurs)</i>	<i>89</i>
<i>Tableau 24 : L'éclairage naturel (Source : Auteurs)</i>	<i>90</i>
<i>Tableau 25 : Bilan énergétique (Source : Auteurs).....</i>	<i>91</i>

Partie Théorique

1. Introduction Générale:

L'enfant d'aujourd'hui est l'homme de demain, il est considéré comme un être faible et vulnérable, qui présente une sensibilité particulière à l'égard de son espace extérieur Urbain, d'où la nécessité de lui accorder une attention particulière.

L'architecture pour enfants est le lieu de rencontre entre l'imaginaire de l'enfant et celui de l'architecte. Il s'agit d'un défi complexe que de concevoir de tels milieux de vie, puisqu'ils ne doivent pas répondre aux besoins spatiaux des adultes, mais à ceux des tout-petits.

En Algérie, en général et en particulier dans la ville de Mostaganem, ces fléaux se sont fait sentir depuis déjà plusieurs années, on souffre aussi d'un diagnostic amer du système éducatif mis en échec, malgré tous les efforts déployés par l'état à l'égard de ce secteur. Les spécialistes du domaine, les pédagogues et les psychologues justifient ces problèmes éducatifs par une mauvaise prise en charge des enfants depuis leur jeune âge ,par l'absence d'équipements pédagogiques dédiés aux enfants à l'âge préscolaire pour leur assurer une bonne préparation à l'école et à la vie sociale et ce on se basant sur les recommandations de notre sainte religion. En ce qui concerne les parents, il y a un problème de ne pas avoir d'endroits appropriés pour mettre leurs enfants lorsqu'ils vont travailler.

La consommation d'énergie dans les écoles périscolaires représente un budget important, qui ne cesse de croître. La réduction de ces dépenses est essentielle pour l'équilibre financier des écoles et leur permet de développer des projets plus intéressants.

En raison de la forte consommation d'énergie dans ces écoles, il est devenu nécessaire d'adopter le concept d'énergie zéro dans leur conception. Un modèle de construction consommant l'énergie qu'elle produit elle-même sur place ou à proximité durant une certaine période.

L'utilisation d'énergies renouvelables peut donc apporter aux écoles une plus grande stabilité dans le temps, Il existe donc de nombreux moyens de réduire celle-ci : l'isolation des bâtiments, agir sur la performance des systèmes de chauffage et des équipements électriques, l'installation d'un système de ventilation, la production d'énergie renouvelable, le choix des matériaux de construction.

2. Problématique :

L'éducation préscolaire joue un rôle fondamental dans le développement des enfants en bas âge, en leur offrant une première expérience d'apprentissage structurée et en facilitant leur intégration future dans le système éducatif. Cependant, En Algérie, en général et en particulier dans la ville de Mostaganem, il y a une absence d'équipements pédagogiques

dédiés aux enfants à l'âge préscolaire pour leur assurer une bonne préparation à l'école et à la vie sociale et ce on se basant sur les recommandations de notre sainte religion.

Tout d'abord, le manque d'espaces dédiés à l'éducation préscolaire constitue un défi majeur, limitant l'accès des enfants à un environnement pédagogique adapté. Ce problème est accentué par un manque de financement public qui freine la construction de nouvelles infrastructures et l'amélioration des établissements existants. En parallèle, les bâtiments éducatifs souffrent souvent d'une forte consommation énergétique, ce qui accroît leur empreinte écologique et engendre des coûts d'exploitation élevés.

De plus, l'absence d'une approche durable dans la conception des infrastructures aggrave la situation. On observe un manque d'utilisation de matériaux écologiques et de solutions durables, ce qui nuit à la qualité des espaces dédiés aux enfants et à la préservation de l'environnement. À cela s'ajoute une mauvaise gestion des ressources (eau, électricité, éclairage naturel), qui entraîne un gaspillage énergétique et réduit l'efficacité des établissements éducatifs.

Face à ces enjeux, il devient impératif de repenser l'architecture des équipements préscolaires en intégrant des solutions innovantes, durables et adaptées aux besoins des enfants. Cette réflexion vise à concilier performance éducative, accessibilité et responsabilité environnementale pour garantir un cadre d'apprentissage optimal et pérenne.

A cet effet, la problématique se pose par les questions suivantes :

- Comment concevoir des espaces préscolaires qui transforment le mouvement des enfants en énergie tout en assurant leur sécurité physique et psychologique ?
- Comment intégrer des solutions énergétiques durables dans des équipements inclusifs, adaptés à la diversité des enfants ?
- Dans quelle mesure cette approche peut-elle améliorer l'autonomie énergétique des établissements préscolaires tout en soutenant une pédagogie sensible aux besoins de chaque enfant ?

3. Objectifs :

L'objectif principal de ce projet est de créer un environnement sécurisant et d'appropriation pour le développement de la santé physique et mentale.

- Intégrer le mouvement et l'activité physique des enfants dans un système de production d'énergie électrique, à des fins pédagogiques et fonctionnelles.
- Concevoir un équipement utilisant des ressources respectueuses de l'environnement, en complément ou en substitution aux sources d'énergie traditionnelles.

- Favoriser l'inclusion et le bien-être des enfants, à travers un espace architectural stimulant, sûr et accessible.

4. Hypothèses :

Dans le cadre de notre démarche visant à résoudre les problématiques évoquées précédemment, nous avons élaboré les hypothèses suivantes :

- Répondre aux besoins, au confort et à l'éducation des enfants en créant des espaces compatibles avec ceux-ci.
- Optimiser l'efficacité énergétique et s'appuyer sur les énergies renouvelables pour atteindre un bâtiment zéro énergie.
- Utiliser les activités motrices de l'enfant pour produire de l'électricité.

5. Structure Du Mémoire :

En plus de la partie introductive, notre mémoire est structuré comme suit :

Première partie : Approche Théorique

La première partie vise à explorer le monde de l'enfant, voir son environnement psychologique et l'environnement bâti et non bâti et il s'appuie sur tout ce qui est établissements d'accueil des enfants ainsi que les normes de l'enfant, de son corps jusqu'à son espace en passant par les jeux et les jouets adaptés à chaque catégorie d'âge est consacré à l'exploration des concepts clés de la consommation énergétique basée sur l'énergie et comment on peut consommer l'énergie sur les bâtiments

Deuxième partie : Approche analytique

La deuxième partie vise à analyser des exemples et de terrain, les avantages et les inconvénients, la situation le fonctionnement, les espaces et les niveaux, les catégories d'âge et l'utilisation des couleurs, tout pour arriver à bout de nos prochains problèmes de conception.

A la fin de cette étude analytique on a obtenu le programme de chaque exemple étudié qui sera comparé au programme national et les critiques d'usagers pour obtenir le programme proposé pour notre projet

Troisième partie :

La troisième partie vise à répondre à toutes les questions de recherche et la synthèse des deux chapitres précédents, à travers les objectifs et l'idée conceptuelle ; dans ce chapitre nous avons présenté l'idée conceptuelle et comment elle a évolué à travers les problèmes de terrain et les objectifs conceptuels

CHAPITRE 1 :

l'énergie cinétique

Introduction :

L'énergie nous entoure, elle est présente partout et dans toutes nos activités quotidiennes, comme quand on marche, quand on court, qu'on attrape notre téléphone portable ou quand on fait du vélo. L'énergie permet de provoquer des changements dans les corps et c'est une propriété qui peut être transférée, transportée et stockée, elle peut aussi passer d'une forme à une autre, elle peut aussi être conservée en quantité, mais une partie est perdue à ce moment. Dans cet article, nous allons vous parler de l'énergie cinétique, l'un des aspects de l'énergie mécanique, avec l'énergie potentielle (projetecolo, 2025).

Les enfants en maternelle débordent d'énergie et passent une grande partie de leur temps à courir, sauter et jouer avec enthousiasme. Cette activité physique intense génère naturellement une importante quantité d'énergie cinétique, notamment lorsqu'ils utilisent des équipements comme les balançoires, les toboggans ou les tourniquets. Aujourd'hui, cette énergie est principalement perdue sous forme de chaleur à cause des frottements mécaniques. Pourtant, il est possible d'imaginer un système capable de capter cette énergie et de la convertir en électricité. Dans un contexte où les ressources énergétiques doivent être exploitées au maximum, notamment dans les régions isolées ou les pays en développement, l'intégration de capteurs d'énergie cinétique dans les cours de maternelle pourrait rendre ces espaces auto-suffisants en électricité. Une telle approche contribuerait non seulement à sensibiliser les enfants dès le plus jeune âge aux enjeux énergétiques, mais aussi à offrir une solution durable et innovante pour alimenter certains besoins en électricité dans des contextes où les infrastructures classiques sont limitées (Martin&Bonelli, 2023).

1.1 Définition :

L'énergie cinétique est l'énergie qu'un corps possède grâce à son mouvement. Cette énergie dépend de la masse du corps lui-même ainsi que de sa vitesse. Cette énergie est la capacité d'un objet à passer de l'état de repos à l'état de mouvement à une vitesse donnée (Projetecolo, 2025)

1.2 Mécanismes de base pour la conversion de l'énergie cinétique en électricité :

- **Les générateurs (La dynamo) :**

Les générateurs sont des appareils électromécaniques qui convertissent l'énergie mécanique en énergie électrique. Essentiellement, ils fonctionnent sur la base du principe d'induction électromagnétique de Faraday (Hackerschicken, 2013).

Mécanisme : Lorsqu'une bobine de champ magnétique fonctionne, un courant électrique est créé en raison du contraste du flux magnétique via le fichier (Hackerschicken, 2013).

- **Piézoélectricité :**

Phénomène physique naturel que présentent certains matériaux, en particulier les cristaux et certains types de céramiques, qui ont la capacité de générer une différence de potentiel électrique lorsqu'ils sont soumis à une contrainte mécanique. Si la surface du matériau est soumise à une forte pression, une séparation des charges électriques se produit à travers le réseau cristallin du matériau. La séparation des charges produit une différence de potentiel électrique de part et d'autre du matériau (Hazemsakeek, 2001).

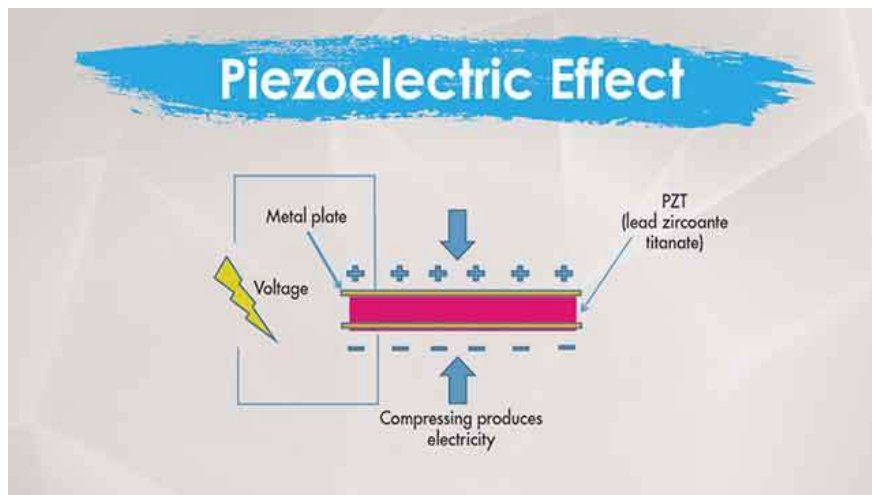


Figure 1 : Le phénomène de la piézoélectricité (Source : Hazemsakeek, 2001).

1.3 Utilisation des dynamos dans les jeux d'enfants :

L'énergie humaine peut être facilement obtenue des enfants lorsqu'ils sont statiques par rapport aux manèges. Enfants lorsqu'ils sont statiques par rapport aux manèges qui tournent ou qui tournent ou produisent un mouvement, par exemple les balançoires, la balançoire à bascule, et le manège. La figure 2 montre les manèges typiques d'une aire de jeux qui peuvent contribuer à la production d'énergie humaine. Qui peuvent contribuer à la production d'énergie humaine. Si l'on considère l'état dynamique par rapport au mécanisme statique tel que les toboggans Une fois qu'un mouvement est généré, qu'il soit linéaire ou rotatif, il peut être facilement converti en énergie mécanique ou pneumatique. facilement converti en énergie mécanique ou pneumatique, puis en énergie pneumatique, puis en énergie électrique à l'aide de moteurs, générateurs, dynamos et d'actionneurs(Pandian,2025).



Figure2 : Manèges typiques des aires de jeux (Source : SustainablePlaygorund)

1.3.1 La balançoire :

Le fonctionnement du swing repose sur un mécanisme de transmission de mouvement par engrenages et chaîne. À l'axe de rotation de la balançoire, un grand pignon (ou roue dentée de grand diamètre) est fixé. Ce grand pignon, en tournant avec le balancement, permet de réduire l'effort nécessaire tout en maximisant le couple, comme le fait un grand plateau sur un vélo. Ce pignon est relié, via une chaîne, à un petit pignon fixé sur l'axe d'un moteur ou d'un générateur. Grâce à ce rapport d'engrenage, le mouvement lent mais puissant de la balançoire est transformé en un mouvement plus rapide au niveau du générateur, ce qui améliore l'efficacité de la conversion mécanique. Ainsi, chaque oscillation de la balançoire transmet de l'énergie mécanique au système Comme le montre la figure 3, qui peut ensuite être utilisée pour produire de l'électricité (Avelar et al, 2013).

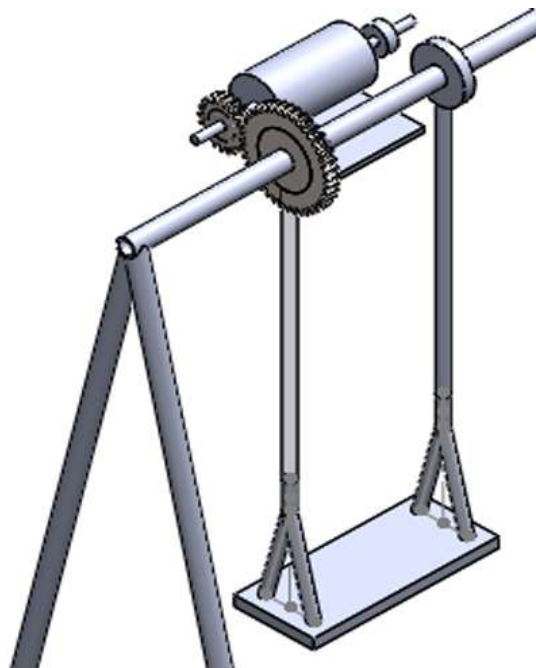


Figure3 : Fabrication mécanique de la balançoire (Source : SustainablePlaygorund).

1.3.2 Les toboggans :

Le toboggan à rouleaux fonctionne grâce à un système de roulements qui permet le mouvement fluide entre les parties fixes et mobiles. Lorsque l'enfant glisse, son poids met en rotation les rouleaux disposés sur la pente. Plus la pente est longue et plus il y a de rouleaux, plus l'énergie mécanique générée est importante. Cette énergie provient du mouvement relatif entre les rouleaux et le poids du corps, et elle peut être convertie en électricité à l'aide de générateurs. Comme le montre la figure 4, puis stockée dans des batteries. En plus d'être une source d'énergie, ce système rend la glissade plus rapide et plus amusante grâce aux légers rebonds causés par les intervalles entre les rouleaux (Hayat& Saeed, 2017).

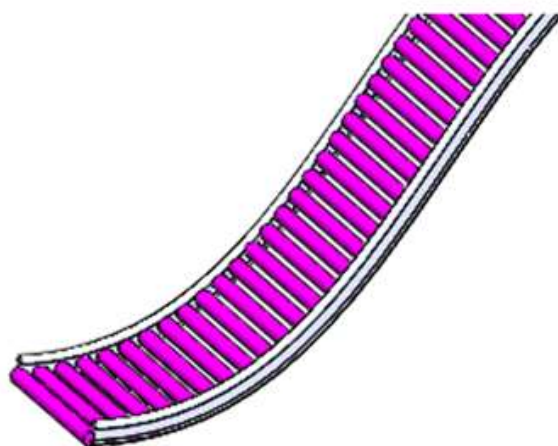


Figure 4 : Proposition de conception d'un toboggan à rouleaux (Source : SustainablePlaygorund)

1.3.3 La balançoire à bascule :

La balançoire à bascule fonctionne selon le principe du levier de première classe. Son axe de rotation est situé au centre, avec une charge placée à une extrémité et un effort appliqué à l'autre. Lorsque l'un des côtés descend sous l'effet du poids d'un utilisateur, l'autre côté s'élève, créant un mouvement oscillant. Ce va-et-vient constant permet d'imaginer des systèmes de conversion de l'énergie mécanique en énergie électrique. Comme le montre la figure 5 (Hayat& Saeed, 2017).

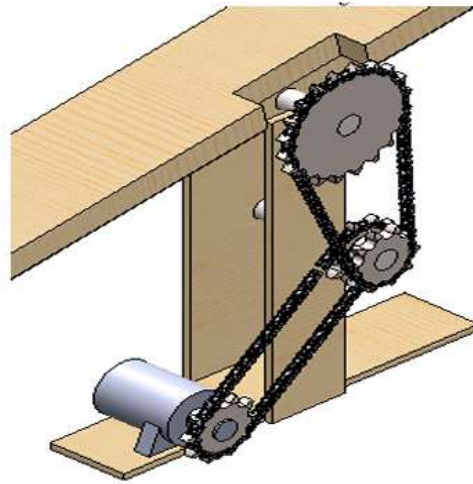


Figure4 : Production d'énergie Seesaw (Source : SustainablePlaygorund)

1.3.4 Le manège rotatif :

Le fonctionnement du merry-go-round repose sur un système simple mais ingénieux : pendant que certains enfants tournent avec le manège, d'autres le poussent, générant une rotation continue. Cette rotation est transmise via un moyeu à roulement (hub bearing) qui relie la plateforme au système mécanique. Le moyeu est connecté à un arbre de transmission, lui-même couplé à une boîte de vitesses hélicoïdale, qui convertit le couple lent en vitesse plus élevée. Cette puissance mécanique est ensuite transférée à un moteur à courant continu à aimant permanent, similaire à ceux utilisés dans les éoliennes comme le montre la figure 6 (Hayat&Saeed, 2017).

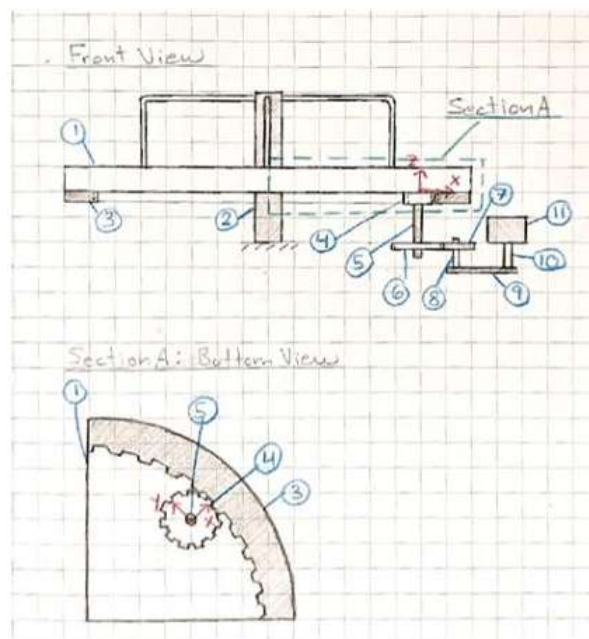


Figure5 : Schéma de fonctionnement Le manège rotatif (Source : Playground Power Source)

L'utilisation de l'énergie cinétique des enfants pour produire de l'électricité ne se limite pas aux jouets, il existe également des sols interactifs générateurs d'énergie, une option architecturale qui capte l'énergie générée par les mouvements quotidiens des enfants.

1.4 Application des sols piézoélectriques dans les espaces de jeux :

Le dispositif piézoélectrique est capable de convertir la pression en électricité, comme le montre la figure 7. Lorsqu'une force est appliquée sur la partie supérieure du matériau, les centres de charge positifs et négatifs du matériau se déplacent, ce qui provoque un champ électrique externe. Pavegen est une autre entreprise qui œuvre en faveur du développement durable en créant des trottoirs à partir de plates-formes piézoélectriques triangulaires qui génèrent de l'électricité lorsqu'on marche dessus (Martin & Bonelli 2023).

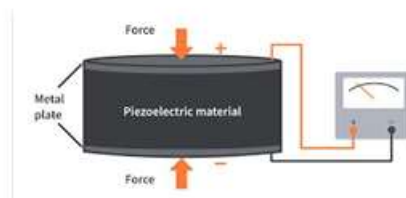


Figure6 : Dispositif piézoélectrique(Source : Playground Power Source).

1.4.1 Les dalles cinétiques :

L'électricité est produite à partir de l'énergie cinétique libérée par les pas des piétons. Il s'agit d'une énergie totalement gratuite, capable de produire de l'électricité à chaque fois qu'une personne marche dessus. Il s'agit de fabriquer de l'énergie grâce au poids de nos pas. En marchant sous des tuiles, « armées » du dispositif (Selim et al. 2024).

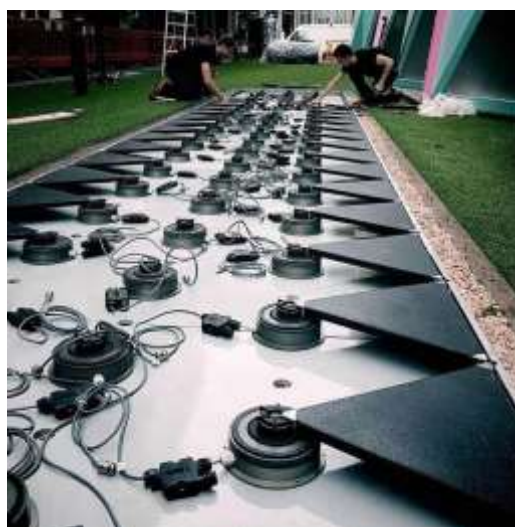


Figure7 : Les dalles cinétiques Comment ça fonctionne (Source : Ciclovivo)

Pour le mode de fonctionnement Les plates-formes sont dotées d'un petit générateur à chacun de leurs trois coins. Lorsque quelqu'un marche sur une tuile, les petites roues de ces générateurs sont activées et tournent à grande vitesse, produisant de l'énergie qui est envoyée et stockée dans une batterie. D'après la société qui a développé ce système, chaque dalle peut produire entre 4 et 7 watts (W) en continu (Neozone, 2023).

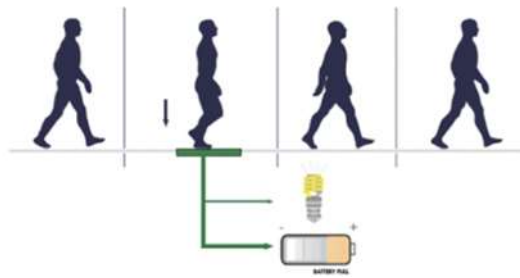


Figure 8 : Système démonstration de pavegen (Source : Designboom).

Parmi les avantages de Système démonstration de pavegen utilise l'énergie des pas dans les lieux très fréquentés.

Ce système peut être développé dans différents lieux : terrains de football, couloirs de métro, trottoir et peuvent fournir l'énergie nécessaire pour éclairer des infrastructures publiques et permettre aux passants de recharger leur Smartphone

Parmi les inconvénients de Système démonstration de pavegen le rendement encore insuffisant pour fournir toute l'énergie nécessaire au fonctionnement des infrastructures et leur garantir une autonomie totale (Neozone, 2023).

Conclusion :

Comme les énergies renouvelables dépendent de ressources naturelles telles que le soleil et l'air, elles sont parfois indisponibles en raison des conditions météorologiques. Pour répondre aux besoins énergétiques de l'école, nous avons recours à l'exploitation de l'énergie cinétique des enfants pour produire de l'électricité, car c'est l'une des solutions créatives pour atteindre les principes d'une école plus durable. Le mouvement naturel et spontané des enfants est une source d'énergie renouvelable et peut être converti en électricité à l'aide de techniques simples telles que la dynamo dans les jeux et les planchers piézoélectriques.

Après avoir parlé dans le premier chapitre de l'exploitation de l'énergie cinétique de l'enfant au sein de l'école périscolaire, il est devenu nécessaire de donner de l'importance à l'espace de ce type d'école pour former un espace stimulant pour le mouvement de l'enfant et c'est ce que nous allons développer dans le chapitre suivant.

CHAPITRE 2:
L'architecture
préscolaire

Introduction :

L'environnement dans lequel évolue un enfant joue un rôle fondamental dans son développement physique, émotionnel et social. Il englobe l'ensemble des éléments matériels, culturels et relationnels qui composent son cadre de vie, qu'ils soient proches (famille, école, quartier) ou plus éloignés (société, médias, politiques publiques). Cet environnement n'est pas neutre : il interagit avec l'enfant, influençant ses comportements, ses apprentissages et sa perception du monde. En retour, l'enfant agit également sur son milieu, bien que son influence soit souvent limitée par des structures déjà établies.

Ces interactions peuvent être à la fois bénéfiques et préjudiciables. Un environnement bienveillant et stimulant favorise l'épanouissement de l'enfant, tandis qu'un cadre inadapté ou hostile peut freiner son développement. Cependant, il est important de souligner que l'enfant évolue dans un monde majoritairement pensé et conçu par les adultes, selon leurs propres besoins, contraintes et priorités. L'organisation des espaces urbains, les rythmes de vie imposés, les modèles éducatifs ou encore les valeurs sociétales sont souvent déterminés sans une réelle prise en compte des spécificités et des besoins des enfants.

Ainsi, cette réflexion s'inscrit dans une volonté d'analyser dans quelle mesure l'environnement construit par les adultes influence le développement de l'enfant, et comment il est possible de mieux adapter cet environnement pour garantir son bien-être et son épanouissement. Ce mémoire s'intéressera donc aux multiples facettes de cette relation entre l'enfant et son milieu de vie, en explorant à la fois ses impacts positifs et ses limites.

L'architecture destinée aux enfants est le point de convergence entre leur imaginaire et celui de l'architecte. Concevoir de tels espaces représente un défi complexe, car ils doivent être pensés non pas en fonction des besoins des adultes, mais en adéquation avec ceux des tout-petits.

2.1 Les spécificités de l'enfant :

L'enfant : Peut être définie comme la période de la vie humaine qui s'étend de la naissance à l'adolescence, caractérisée par des processus de développement physique, cognitif, émotionnel et social. Elle est généralement divisée en plusieurs étapes, telles que la petite enfance (0-3 ans), l'enfance moyenne (3-6 ans) et l'enfance tardive (6-12 ans) (Lacan, 1966).

2.1.1 Le développement global de l'enfant :

- **Développement physique et moteur :**

Physique : Croissance corporelle (taille, poids) et développement des organes.

Moteur : Développement de la motricité globale (grands mouvements : marcher, courir) et de la motricité fine (précision des gestes : dessiner, écrire) (Erikson ,1950).

- **Développement cognitif :**

Capacité de penser, résoudre des problèmes, comprendre et apprendre. Etapes majeures par Jean Piaget, comme les stades sensorimoteur, préopérateur, opératoire concret et formel. (Piaget, 1972).

- **Développement langagier :**

Acquisition de la compréhension et de la production du langage, essentielle pour communiquer.

L'interaction sociale et le rôle des parents sont cruciaux pour l'acquisition linguistique. (Vygotsky, 1978).

- **Développement social et affectif :**

Le développement de l'enfant englobe plusieurs dimensions essentielles, notamment sur les plans social, affectif et moral. Sur le plan social, l'enfant apprend progressivement à établir des relations avec les autres et à comprendre les règles qui régissent la vie en société. Sur le plan affectif, il développe la capacité à gérer ses émotions, à nouer des liens d'attachement, et à construire une sécurité affective stable, comme l'explique Bowlby (1969). Enfin, le développement moral se manifeste par l'acquisition des notions de bien et de mal, ainsi que par la compréhension des règles et des valeurs qui orientent les comportements au sein du groupe(Bowlby, 1969).

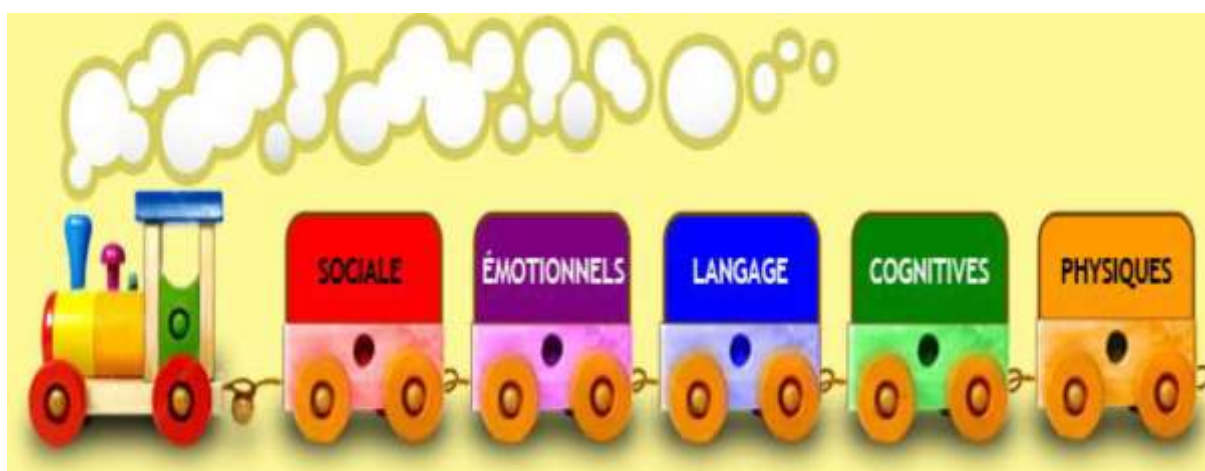


Figure9: Le développement global de l'enfant (Source : Osetontruc).

Le tableau suivant explique le développement de l'enfant de 0 à 6 ans dans un établissement préscolaire.

Tableau1 : Le développement de l'enfant de 0 à 6 ans (Source: Ministère de la famille et des aînés ,2007).

Âges	Étape	Description
	Satisfaction des besoins	Satisfaction des besoins primaires (boire, manger, être au chaud. Être cajolé, se sentir aimé).
0-2 ans	Établissement de la confiance	La personne qui prend soin de l'enfant est étroitement liée au plaisir, à la satisfaction des besoins et à la protection.
	Le stade sensori-moteur	Ses sens (toucher, ouïe, odorat, vue, le goûter) et sa motricité lui servent d'outils d'apprentissage pour découvrir le monde qui l'entoure.
	L'apprentissage de la propreté	Autour de 2 ans, la maturation du système nerveux lui donne peu à peu la capacité de contrôler ses sphincters
	La période du «non»	Le désir d'autonomie se manifeste aussi dans une volonté plus grande d'agir seul. L'enfant traverse une phase de négation et de défi.
2-4 ans	La pensée symbolique	Au niveau intellectuel, la réalité prend des dimensions plus larges par le jeu.
	À la découverte	L'enfant de cet âge se montre curieux, intéressé à découvrir et à expérimenter. Sa découverte du monde passe d'abord par la découverte de son corps. Il élargit son champ relationnel et il devient davantage capable d'échange et de partage.
	La recherche de son identité	L'enfant tente d'imiter le parent du même sexe dans le but de se forger une identité (complexe d'Œdipe).
4-6 ans	La pensée intuitive	L'enfant devient davantage capable d'observer la réalité et d'en tenir compte. On assiste, vers l'âge de 4 ans, au développement de la conscience morale. C'est le début de la capacité à distinguer le bien du mal, accompagné d'une curiosité

		intellectuelle qui amène l'enfant à poser beaucoup de questions.
--	--	--

2.2 Établissements et les services d'accueil collectifs des enfants :

Les établissements d'accueil collectif regroupent diverses catégories d'établissements qui ont en commun d'être spécialement conçus pour recevoir collectivement, les enfants jusqu'à leur entrée à l'école maternelle, voire jusqu'à l'âge de six ans en dehors du temps scolaire.

- Établissement médico-sociale :

Établissement médico-social assurant le dépistage, le diagnostic, le traitement et la rééducation des jeunes enfants avant leur entrée à l'école. Est un espace de prise en charge psychopédagogique pour enfants trisomiques, pour enfants en situation d'autisme et accompagnement de leurs parents.

- Établissement multi-accueil :

Établissement accueillant des enfants des enfants de deux mois et demi jusqu'à six ans et associant différents types d'accueil, régulier et occasionnel ou collectif et familial.

- Centre d'accueil préscolaire de qualité :

Est un service qui est capable de reconnaître les besoins. C'est également un service qui intervient auprès des enfants en tenant compte de leur niveau de développement. C'est aussi un ou des adultes qui font équipe avec les parents des enfants qui le fréquentent.

« Les établissements et services d'accueil non permanent d'enfants veillent à la santé, à la sécurité, au bien-être et au développement des enfants qui leur sont confiés. Dans le respect de l'autorité parentale, ils contribuent à leur éducation. Ils concourent à l'intégration des enfants présentant un handicap ou atteint d'une maladie chronique Qu'ils accueillent. Ils apportent leur aide aux parents pour favoriser la conciliation de leur vie professionnelle et familiale.»

2.2.1 Les objectifs des centres éducatifs préscolaires :

Les objectifs des centres éducatifs préscolaires peuvent être expliqués par le schéma ci-dessous :



Figure 10 : Les objectifs des centres éducatifs préscolaires (Source : Cpepremierspas).

2.3 Définition de l'architecture de l'enfant :

L'architecture de l'enfant est le lieu de rencontre entre l'imaginaire de l'enfant et celui de l'architecte. Il s'agit d'un défi complexe que de concevoir de tels milieux de vie, puisqu'ils ne doivent pas répondre aux besoins spatiaux des adultes, mais à ceux des tout-petits : disposer d'un espace approprié à ce qu'il est et à son évolution, c'est un besoin de l'enfant à part entière, au même titre que manger une nourriture équilibrée, bénéficier d'une protection sanitaire.

2.3.1 Principaux éléments de l'architecture de l'enfant :

➤ Les bases cérébrales :

Au cours des premières années de vie, le cerveau de l'enfant subit un développement rapide. Les connexions neuronales se multiplient et se spécialisent, influencées par les interactions avec l'environnement et les stimuli extérieurs.

➤ Les interactions précoces :

Les relations affectives et sociales, en particulier avec les parents et les figures d'attachement, jouent un rôle crucial.

➤ L'environnement social et culturel :

L'environnement dans lequel l'enfant grandit, qu'il soit familial, communautaire ou scolaire, a une influence directe sur le développement de l'architecture cérébrale. (Shonkoff & Phillips, 2025)

2.4 L'enfant et l'enveloppe architecturale :

Fait référence à l'étude de la manière de l'architecture, et en particulier l'espace bâti, influence le développement et le bien-être des enfants. L'enveloppe architecturale est l'interface entre l'intérieur et l'extérieur d'un bâtiment, et inclut les murs, les fenêtres, les portes, le toit et les autres éléments physiques qui délimitent et protègent l'espace.

L'enveloppe architecturale comme facteur de développement physique et sensoriel :

L'architecture d'un espace peut influencer directement le développement sensoriel et physique de l'enfant. Les enfants apprennent en explorant leur environnement, et la manière dont cet espace est conçu peut soit stimuler, soit limiter leurs interactions. 2.5 L'importance de la lumière naturelle :

La lumière est un facteur clé dans l'aménagement des espaces pour enfants. L'exposition à la lumière naturelle a des effets positifs sur le développement physique et la santé mentale des enfants :

- Une bonne lumière naturelle améliore la concentration et l'humeur.
- Elle permet aux enfants de réguler leurs rythmes biologiques, en particulier le cycle veille-sommeil.

2.4.1 Le confort thermique et acoustique :

Les conditions thermiques (chaleur, fraîcheur) et acoustiques (bruit, silence) dans un espace influencent grandement le confort et le bien-être des enfants. Un espace trop bruyant ou inconfortablement chaud ou froid peut nuire à la concentration, à l'apprentissage, et à l'interaction sociale des enfants.

2.4.2 Les matériaux d'isolation :

(Acoustique et thermique) peuvent améliorer la qualité de l'environnement de l'enfant, en minimisant les distractions et en créant un espace agréable (Hernandez & Deschamps, 2015).

L'intégration de cet élément dans notre recherche est dictée par la nécessité de prendre conscience de la manière dont l'enfant perçoit et vit l'espace à travers sa relation avec certains éléments de l'enveloppe architecturale, dans le but de mieux orienter nos choix pendant les différentes phases de la réalisation de notre projet. Le tableau suivant explique l'enveloppe architecturale de l'enfant

Tableau2 : L'enfant et l'enveloppe architecturale. (Source : Ecole d'architecture université Laval, 2007)

Éléments	Description et préférences des enfants
Sols	<ul style="list-style-type: none"> - Les enfants préfèrent les sols qui permettent une grande liberté de mouvement (marcher, courir, se rouler, dormir, glisser, etc.). - Ils apprécient les sols chauds, souples et confortables. - Certains enfants aiment les sols avec du relief (marches, gradins, différences de niveau) et des détails (rainures de bois, dessins, pots de fleurs, quilles) qui servent de repères.
Murs	<ul style="list-style-type: none"> - Les enfants sont attirés par les textures, les couleurs et les matériaux des murs. - Les courbures et les niches offrent un sentiment de sécurité. - Ils aiment pouvoir s'approprier les murs (écrire, dessiner, afficher des décorations), car ils les considèrent comme leur premier tableau. - Les percements (portes, fenêtres, grilles) sont perçus comme des symboles d'isolement, car ils séparent et créent des obstacles.
Portes	<ul style="list-style-type: none"> - Les portes sont souvent angoissantes pour les enfants, car elles symbolisent l'isolement et la limitation de l'espace. - L'ouverture et la fermeture des portes étant contrôlées par les adultes, elles sont vécues comme des interdits ou des punitions, créant une rupture entre l'intérieur et l'extérieur.
Fenêtres	<ul style="list-style-type: none"> - Les fenêtres sont perçues comme des ouvertures vers l'extérieur, car les enfants peuvent voir à travers, mais ne peuvent pas les franchir facilement. - Elles suscitent un désir d'exploration et de connexion avec l'espace extérieur.
Plafond	<ul style="list-style-type: none"> - Le plafond, avec les murs et le sol, forme une enveloppe protectrice. - Les enfants sont curieux de toucher le plafond et le voient comme un objet à découvrir. - La hauteur du plafond doit être adaptée à l'échelle de l'enfant, car il sert de référence dimensionnelle pour lui.

2.5 L'enfant et les couleurs:

Les chercheurs conseillent de choisir les couleurs sur des bases scientifiques surtout ce qui concerne les espaces dédiés aux enfants.

L'enfant et les couleurs est un sujet fascinant qui explore l'impact des couleurs sur le développement cognitif, émotionnel et social de l'enfant. Les couleurs ne sont pas seulement des stimuli visuels ; elles peuvent aussi affecter l'humeur, les comportements et même la manière dont les enfants apprennent et interagissent avec leur environnement. Les enfants, dès leur plus jeune âge, commencent à percevoir les couleurs et à les associer à des émotions, des objets et des situations.



Figure 11:L'enfant et les couleurs (Source : Blog.kidea)

2.5.1 Perception des couleurs chez les enfants :

Les enfants, dès la naissance, possèdent la capacité de percevoir les couleurs, bien que leur perception initiale soit limitée. Au cours des premiers mois de leur vie, les nourrissons distinguent principalement des contrastes forts comme le noir et le blanc. Cependant, au fur et à mesure de leur développement, leur perception des couleurs devient plus sophistiquée.

- **À 3 mois**, les bébés commencent à percevoir les couleurs primaires (rouge, bleu, vert, jaune).
- **À 4-6 mois**, ils sont capables de distinguer une gamme de couleurs plus large, et leur capacité à différencier des nuances s'améliore.
- **À 2 ans**, la plupart des enfants peuvent nommer et identifier les couleurs de base (Birren, 1988).

Le tableau suivant explique la dynamique des couleurs dans un établissement préscolaire :

Tableau3 :La dynamique des couleurs (Source : Madeleinejeux-shop, 2025).

Couleurs	Effets psychologiques	Effets physiologiques	Effets décoratifs
Rouge	Couleur de la vitalité et de l'action. Stimule l'agressivité et crée une sensation de chaleur.	Augmente la tension musculaire, la pression sanguine, le rythme respiratoire et stimule l'activité mentale.	Eclatant et énergisant, il est à éviter dans les espaces de sommeil (provoque stress et angoisse). Idéal pour les espaces de jeux et de loisirs.
Vert	Reposant, calme l'esprit, favorise la patience et l'équilibre.	Calme l'excitation, abaisse la pression sanguine, soulage migraines et névralgies, efficace contre l'insomnie.	Crée une ambiance joyeuse et légère. Apporte harmonie et paix, idéal pour les espaces de sommeil et de relaxation.
Orange/ Jaune	Stimulants, portent à la joie, stimulent la créativité et donnent une impression de bien-être.	Stimulent l'appétit, la digestion et l'émotivité. Peut apaiser certains nerveux.	Idéaux pour les cuisines et espaces de restauration (surtout pour les enfants manquant d'appétit). Favorisent la gaieté et la communication dans les lieux de rencontre.
Bleu	Inspire la paix, l'introspection et la sérénité. Couleur calmante et idéalisant.	Ralentit les fonctions physiologiques : abaisse la tension musculaire, la pression sanguine et le rythme respiratoire.	Très prisé dans les pièces de détente. Facilite les rapports humains et favorise le calme.
Rose	Stimule légèrement tout en calmant. Incline à la bonté et à l'indulgence.	Effet calmant sur les personnes agitées, procure détente et relaxation.	Utilisé dans les pièces avec des degrés distincts, il diminue la violence et apporte une ambiance apaisante.
Blanc	Apporte une énergie de renouveau et de pureté. Favorise le calme et la sérénité.	Aide à l'assimilation, augmente la tonicité des organes, calme les démangeaisons et les contractures musculaires.	Agrandit visuellement l'espace. Idéal pour les environnements zen et épurés.

Noir	Symbole d'élégance, de raffinement et de modernité. Peut inspirer le pouvoir.	Déprimant en excès, il peut provoquer un sentiment de lourdeur.	Évoque luxe et rareté, utile pour créer des contrastes. À éviter dans les espaces réduits ou sombres, car il peut sembler pessimiste.
-------------	---	---	---

2.5.2 Les couleurs en école préscolaire interdites :

Dans votre sélection, il y a toutefois des couleurs à éviter. Selon une étude réalisée de 1973 à 1976 par l'auteur Henner Ertel, **le blanc, le noir et le brun** provoquent une baisse des performances. Et pour cause, l'enfant n'apprécie que très peu ces couleurs. Elles n'aident ni à la concentration, ni à la créativité et ni la relaxation.

Par ailleurs, selon Jean Gabriel Causse, auteur du livre *L'étonnant pouvoir des couleurs*, « la seule couleur à proscrire est le rouge. Au-delà du fait que les enfants seraient agités, ils assimileraient l'école à un lieu oppressant qui les sanctionne. »

Les bienfaits des couleurs sur les enfants:

Une bonne sélection de couleurs dans une école préscolaire offrira à l'enfant une ambiance propice à l'apprentissage, sont nombreux et vont au-delà de l'aspect esthétique. Les couleurs ont un impact direct sur le développement émotionnel, cognitif et comportemental des enfants. Elles influencent non seulement l'humeur et l'énergie, mais aussi l'apprentissage, la créativité, et les interactions sociales. En effet, différentes couleurs ont des effets spécifiques sur les émotions et le bien-être des enfants, ce qui fait d'elles un outil précieux dans la conception d'environnements favorables à leur développement. (Birren, 1988).

2.6 Aménagement de l'espace dans un établissement préscolaire :

L'aménagement de l'espace en établissement Préscolaire se révèle essentiel pour favoriser le développement et l'épanouissement des jeunes enfants. Un environnement bien conçu permet non seulement d'assurer la sécurité et le confort, mais aussi de stimuler la curiosité et l'autonomie. En offrant un cadre rassurant grâce à des contenants psychiques comme des paniers à linge et des bassines, les tout-petits se sentent sécurisés dès leur arrivée. Par ailleurs, l'ergonomie des espaces doit permettre une circulation fluide, facilitant ainsi les déplacements des enfants et des professionnels. L'objectif est de créer un espace évolutif qui s'adapte aux besoins et aux compétences croissantes des enfants, tout en garantissant une qualité d'accueil optimale.

➤ Ce schéma explique les espaces en écoles préscolaire :

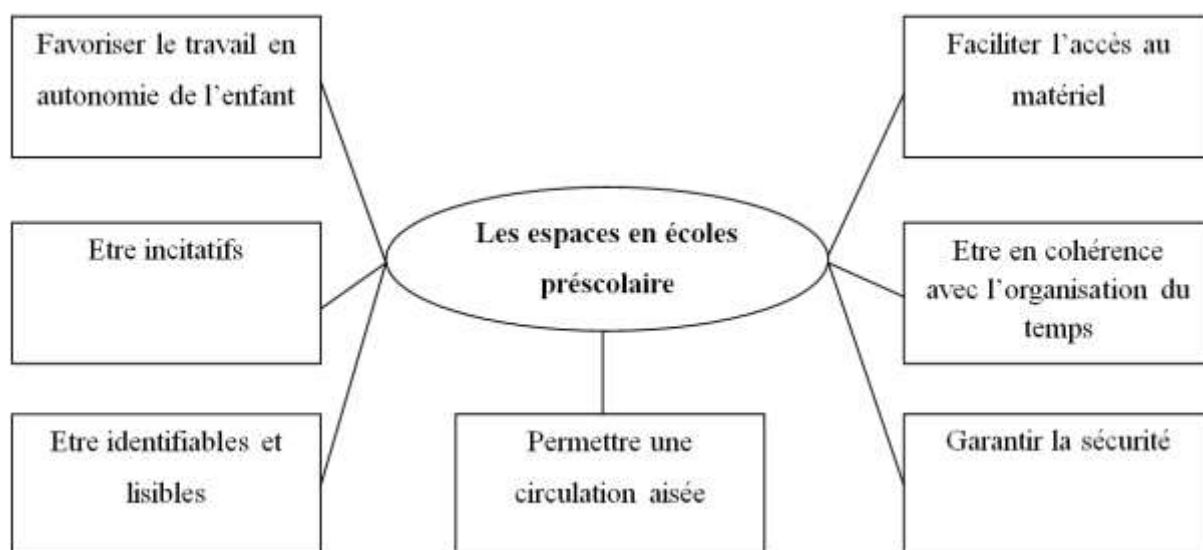


Figure12 : Les espaces en écoles préscolaire.(Source :Auteurs)

Le tableau suivant explique les différents espaces communs dans un établissement préscolaire

Tableau4 : Les espaces communs dans un établissement préscolaire(Source :Auteurs).

	Entrée	Espace d'accueil	Dépôt poussettes
Espaces communs	<ul style="list-style-type: none"> • Garantir une vue sur les allées et venues des personnes • La hauteur de poignée 150 cm • Sécurité alibi 	<ul style="list-style-type: none"> • Coté administratif • Accueillir les parents • Isolation acoustique • Couleur claires (vives) • Texture lisse 	<ul style="list-style-type: none"> • 6m² pour 12 places • Porte équipée d'une porte d'un verrou • Eclairage naturel • Accès aisé • Se trouve à l'entrée du lieu d'accueil

Le tableau suivant explique les différents espaces de la petite section dans un établissement préscolaire

Tableau5 : Les espaces pour les petites enfants dans un établissement préscolaire (Source :Auteur).

	Le lieu de vie	Salle de sieste	Salle d'éveil	Vestiaires
La petite section De 15 mois à 3 ans	<p>Lieu repère pour le bébé il y retrouve les professionnels qui s'occupent de lui durant la journée et l'autre bébé pour jouer avec eux</p> <p>Surface 3m² par place</p> <p>Tous les prise installées à la hauteur</p>	<p>Ne doit pas être plongée dans le noir total</p> <p>Dimensions des lits 120 *60 cm</p> <p>Hublot sur la porte</p> <p>Vitre sur la paroi</p> <p>Pour éviter le dérangement il est préférable de disposer plusieurs chambres plutôt que d'un grand</p> <p>Situé dans un espace calme et proche de l'espace de vie</p> <p>Stores ou rideaux pour assombrir la pièce</p> <p>Prise en hauteur pour baby phone</p>	<p>Espace pour préparer les biberons et les repas des bébés</p> <p>Evier</p> <p>Prises petit frigo (environ 120l)</p> <p>Four à micro-ondes</p> <p>Plan de travail</p> <p>Poubelle</p> <p>Armoires et espace de rangement</p> <p>Peut installer dans un recoin du lieu de vie pour le contact visuel</p> <p>Séparée du lieu de changement</p>	<p>Les vestiaires des secteurs petits et moyens doivent se situer à proximité mais en dehors des salles de vie. Chaque enfant doit bénéficier au moins d'un espace personnel pour qu'il puisse y déposer ses affaires</p> <p>Casiers : (35x30x20 cm)</p> <p>Patères pour veste et manteaux :</p> <p>Hauteur 120</p> <p>Banquette : Hauteur 30 cm Profondeur : 45 cm</p> <p>Tablettes ou casiers pour les chaussures</p>

Le tableau suivant explique les différents espaces de la section moyenne et la grande section dans un établissement préscolaire

Tableau6 : Les différents espaces de la section moyenne et la grande section (Source : Auteurs).

	Lieu de vie	Salle de classe	Atelier /salle de jeux	Vestiaires
LA	3m par place et+ 15 m ² pour le mobilier fixe et les couloirs	Espace pour l'éveil éducatif	Nécessite une grande surface	Les vestiaires des secteurs petits et moyens doivent se situer à proximité mais en dehors des salles de vie. Chaque enfant doit bénéficier au moins d'un espace personnel pour qu'il puisse y déposer ses affaires
SECTION	Casiers : 1,5 fois le nombre de place offertes (35×30×20 cm (crochets, patères pour veste et	Table: Tableau murale Table individuelle = 65cm x 65cm =42 c m Table de deux = 120 cm × 60 cm = 72 c m	6 enfants par atelier = 12*10m ²	
MOYENNE	Manteaux : hauteur 120	étagères à l'échelle de l'enfant	Espace de rangement	Casiers :(35x30×20 cm)
ET LA	Banquette : hauteur 3cm profondeur: 45 cm	casiers individuels	bureau éducatrice	Patères pour veste et
	Tablettes ou casiers pour les chaussures	ordinateur prise électrique	les salles d'activités doivent être séparées par tranche d'âge	manteaux :
GRAND	Il est souhaitable que les lieux de vie puissent se séparer en deux (deux salles, ou portes coulissantes), ce qui permet d'organiser les activités des enfants par petits groupes		tables collectives	Hauteur 120
SECTION			étagères a l'échelle de l'enfant	Banquette : hauteur 30 cm profondeur : 45 cm
			casiers individuels	Tablettes ou casiers pour les chaussures
DE 3 ANS			prise électrique	
			tapis de motricité	
			Couleur vives	
			Texture rugueuse	
A 5 ANS			Eclairage de 300 lx	

2.6.1 L'importance de l'aménagement de l'espace dans un établissement préscolaire :

Un aménagement bien pensé de l'espace en crèche joue un rôle essentiel dans le développement des enfants. Il contribue à offrir un cadre rassurant et structurant, indispensable à leur épanouissement. Des éléments tels que des panières à linge ou des bassines servent de contenants psychiques, créant une atmosphère apaisante dès l'arrivée des enfants.

La qualité de l'aménagement intérieur est déterminante pour permettre aux enfants de jouer, d'apprendre et de développer leur autonomie. En effet, un espace bien organisé favorise une plus grande liberté d'action et de découverte.

2.6.2 Les points clés d'un bon aménagement :

- Accessibilité et fluidité de la circulation :

Il est primordial de garantir une circulation fluide au sein de la crèche. Un bon aménagement doit permettre des déplacements aisés pour les enfants comme pour les professionnels. Cela passe par la disposition judicieuse du mobilier et l'organisation des espaces de manière à éviter tout chaos.

- Une entrée accueillante :

La zone d'accueil doit être accueillante et rassurante pour les familles. Un bureau bien placé facilite les déplacements et la circulation, permettant à l'enfant de venir avec ses parents en toute sérénité. De plus, l'espace d'accueil devrait refléter chaleur et convivialité.

- Utilisation de matériaux et mobiliers adaptés :

Le choix des matériaux et du mobilier est crucial. Ils doivent être sûrs, durables et adaptés à la taille et aux besoins des enfants. Opter pour des éléments ergonomiques et modulables permet de créer un environnement évolutif, accompagnant le développement des enfants.

- Espace de jeu et exploration :

Les enfants ont besoin de temps de jeu suffisant et régulier pour explorer et découvrir par eux-mêmes. Créez des zones de jeu variées, telles que des coins lecture, des espaces pour les activités manuelles, et des aires de jeu extérieures lorsque cela est possible. Les activités sur les couleurs, par exemple, peuvent être très stimulantes pour les enfants en bas âge.

2.7 Les principes de base du programme préscolaire :

En développant une connaissance approfondie de chaque enfant, l'adulte qui en est responsable, est en mesure de reconnaître et de respecter les particularités de chacun, son rythme de développement, ses besoins et ses champs d'intérêt.

Les notions générales pour la conception d'un établissement préscolaire :

- La construction est adaptée aux besoins des enfants
- Il faut que la construction ne doive pas mettre l'enfant en danger
- Fournir suffisamment d'espace et de capacité dans les salles pour permettre des activités vitales
- Le site du projet doit être éloigné des lieux encombrés, des installations publiques et des rues principales.
- Les établissements de santé conviennent aux jeunes, surtout pendant leur utilisation
- Fournir dans le bâtiment des outils d'aide - extincteurs - alarmes - portes de secours
- Disponibilité du matériel nécessaire pour des besoins spéciaux
- Éclairage suffisamment naturel
- La hauteur des fenêtres est adaptée à la longueur des enfants.
- Aménagez des espaces de divertissement et de jeu, tels que des terrains de jeu où l'aire de jeu de chaque enfant est inférieure à 2 m² (creche-lyon.f).

Le tableau suivant explique Les différents coins d'activité offerts aux enfants dans un établissement préscolaire.

Tableau7 : Les différents coins d'activité offerts aux enfants selon leurs besoins. (Source: Jeuxetcompagnie).

Espaces	Avantages
Coin des arts	<ul style="list-style-type: none"> • Développer sa créativité en utilisant du matériel qui laisse libre cours à son imagination. • Développer son aptitude à résoudre des problèmes et à sa pensée créative.
Coin jeux de tables	<ul style="list-style-type: none"> • Faire des constructions, à inventer et à utiliser de nouvelles aptitudes • mathématiques (associations, séries, classement, etc.). • Améliorer sa motricité fine et sa coordination œil-main (colliers de perles, casse-tête, etc.).
Coin des livres	<ul style="list-style-type: none"> • Développer ses capacités de pré-lecture et d'alphabetisation. • Apprendre à aimer ses livres.
Coin de musique et mouvement	<ul style="list-style-type: none"> • Développer son rythme par le mouvement. • S'exprimer par la musique et le chant.

Coin atelier	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser du matériel de construction et des outils. • Construire des choses, mais également à les défaire. • Expérimenter et résoudre des problèmes.
Coin eau et sable	<ul style="list-style-type: none"> • Expérimenter divers principes avec des substances solides et liquides. • Explorer les liens et les idées en faisant des trous, en remplissant, en vidant, en mélangeant, etc.
Coin des sciences	<ul style="list-style-type: none"> • Réaliser des expériences. • Explorer de nouvelles idées. • Apprendre sur la nature et le monde qui l'entoure. • Découvrir et comprendre certains principes des sciences.
Coin extérieur	<ul style="list-style-type: none"> • Développer sa motricité globale (courir et grimper), à renforcer le haut et le bas de son corps et à améliorer son équilibre et sa coordination.

Conclusion :

L'environnement dans lequel grandit un enfant joue un rôle déterminant dans son développement, influençant ses comportements, ses apprentissages et sa perception du monde. Toutefois, cet environnement est majoritairement conçu par et pour les adultes, souvent sans une prise en compte suffisante des besoins spécifiques des enfants. Cette réalité soulève la nécessité de repenser les espaces et les structures qui entourent l'enfant afin de les rendre plus adaptés à son épanouissement physique, émotionnel et social. En intégrant davantage la perspective de l'enfant dans l'aménagement des cadres de vie qu'il s'agisse des espaces urbains, des modèles éducatifs ou des politiques publiques, il est possible de créer un environnement plus inclusif et bienveillant, favorisant ainsi un développement harmonieux. Cette réflexion souligne l'importance d'une approche plus attentive et participative pour façonner un monde à la hauteur des besoins et du potentiel des enfants.

La conception d'espaces adaptés aux enfants en architecture nécessite de bien comprendre leurs besoins sensoriels et cognitifs. En intégrant des éléments comme la simplicité, la gestion des stimuli sensoriels, des espaces sécurisés et une flexibilité fonctionnelle, il est possible de créer des environnements qui favorisent leur développement et leur bien-être. Les architectes doivent aussi travailler en étroite collaboration avec des professionnels spécialisés (psychologues, éducateurs, etc.) pour s'assurer que les solutions proposées sont réellement efficaces.

Après avoir parlé de l'architecture préscolaire en termes de relation avec le développement de l'enfant et des espaces qui stimulent le mouvement, nous passons à la dimension énergétique, qui est devenue un élément important dans la conception des établissements d'enseignement, mais avec les défis climatiques auxquels le monde est confronté, il est devenu nécessaire de concevoir des bâtiments scolaires qui parviennent à l'autosuffisance énergétique.

Nous parlerons des bâtiments à énergie zéro et des différents principes de ces bâtiments pour parvenir à une école capable de produire et d'exploiter l'énergie elle-même.

CHAPITRE 3 :
Equipements
préscolaire à Zéro
Énergie

Introduction

La transition énergétique, prônant l'utilisation d'énergie venant de sources renouvelables, représente une des étapes indispensables d'une progression vers un développement durable. Ainsi, un intérêt croissant fût porté aux bâtiments capables de produire autant d'énergie qu'ils en consomment, C'est ce qu'on appelle les bâtiments à énergie zéro.

Le bâtiment à énergie zéro représente aujourd'hui une réponse essentielle aux défis environnementaux posés par le secteur de la construction. Ce type de bâtiment est conçu pour atteindre un équilibre entre la quantité d'énergie consommée et celle produite sur site, principalement à partir de sources renouvelables.

Grâce à une conception bioclimatique, une isolation performante, l'utilisation de matériaux efficaces sur le plan énergétique et l'intégration de systèmes de production tels que les panneaux photovoltaïques, le bâtiment zéro énergie vise à réduire la dépendance aux énergies fossiles, tout en garantissant le confort des usagers.

Ce chapitre a pour objectif de présenter les principes fondamentaux des bâtiments à énergie zéro, les techniques et stratégies utilisées pour leur mise en œuvre, ainsi que leur rôle dans la transition énergétique vers une architecture plus durable et responsable.

3.1 Bâtiments zéro énergie:

Un bâtiment à énergie zéro (ZEB), également connu sous le nom de bâtiment à énergie nette zéro (NZE), est un bâtiment à consommation énergétique nette zéro, ce qui signifie que la quantité totale d'énergie utilisée par le bâtiment sur une base annuelle est égale à la quantité d'énergie renouvelable créée sur le site , dans d'autres définitions, par des sources d'énergie renouvelable hors site, en utilisant des technologies telles que les pompes à chaleur, les fenêtres et l'isolation à haute efficacité et les panneaux solaires (Sabry,2022).

3.2 Les principes fondamentaux d'un bâtiment à énergie zéro :

Architecture joue un rôle crucial dans la recherche de solutions durables. Comment concevoir des bâtiments économes en énergie ? C'est ce que nous explorerons dans cette réflexion, mettant en lumière les pratiques et les approches permettant d'allier esthétique et efficacité énergétique au sein de nos constructions (Sabry, 2022).

3.2.1 Systèmes de production d'énergie renouvelable :

Les bâtiments peuvent tirer parti de diverses sources d'énergie renouvelable, telles que l'énergie solaire, l'énergie éolienne, la géothermie, la biomasse et l'énergie cinétique. Plusieurs technologies permettent d'intégrer ces ressources aux systèmes énergétiques (Freris&Infield, 2021).

Nous pouvons citer :

- Le solaire photovoltaïque
- Le solaire thermique
- Les pompes à chaleur
- Le petit éolien
- La biomasse

Chacune de ces technologies vont être décrites brièvement dans ce chapitre

3.2.1.1 Le solaire photovoltaïque :

Les panneaux photovoltaïques convertissent la lumière du soleil en électricité. Ils peuvent être montés sur un bâtiment ou à proximité. Un onduleur convertit le courant continu généré par les panneaux en courant alternatif, injectable sur le réseau ou utilisable directement sur place (Fronhoffs, 2019).

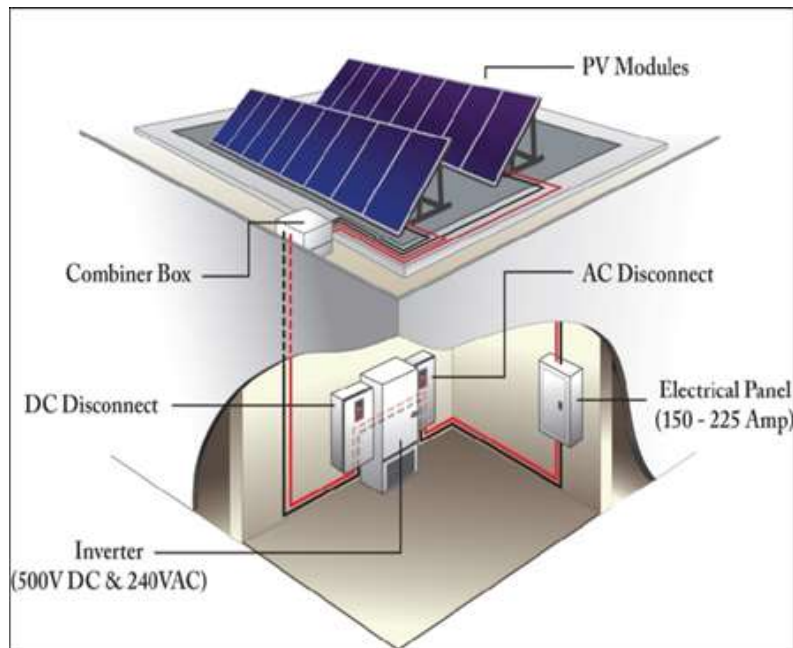


Figure13 : Composants d'un système photovoltaïque (Source :Researchgate).

Pour une production maximale, l'idéal serait d'obtenir un angle d'incidence de 90° , les rayons du soleil arrivant ainsi perpendiculairement à la surface du panneau photovoltaïque. Or l'angle d'incidence des rayons fluctue selon l'heure du jour et les saisons. une inclinaison comprise entre 30 et 35° permet une production optimale sur l'ensemble de l'année. Toutefois une inclinaison qui s'éloigne de ces valeurs reste parfaitement acceptable si elle se situe entre 10 et 45° , voire même 50° (Fronhoffs, 2019).

Tableau8 : Facteurs de correction selon l'orientation et l'inclinaison. Données Absolues Energie (Source : Ef4.be).

© www.ef4.be		inclinaison par rapport à l'horizontale (°)						
		0	15	25	35	50	70	90
orientation	est	88%	87%	85%	83%	77%	65%	50%
	sud-est	88%	93%	95%	95%	92%	81%	64%
	sud	88%	96%	99%	max 100%	98%	87%	68%
	sud-ouest	88%	93%	95%	95%	92%	81%	64%
	ouest	88%	87%	85%	82%	76%	65%	50%

3.2.1.2 Le solaire thermique :

L'énergie solaire thermique est la transformation instantanée de l'énergie des rayons solaires en énergie thermique avec des Capteur solaire thermique, Cette transformation peut être utilisée directement, comme par exemple le chauffage de l'eau sanitaire à l'aide des capteurs solaire, ou indirectement dans le cas de la production de l'électricité (Lovegroveet.&, 2012).

- **Capteur solaire thermique :**

Un capteur solaire est un dispositif destiné à absorber le rayonnement solaire et à transmettre La chaleur ainsi produite à un fluide caloporteur La chaleur ainsi produite à un fluide caloporteur (Lovegrove&Stein, 2012).



Figure14 : Un panneau solaire thermique (Source : Conseils).

- **Systèmes d'eau chaude solaire :**

Les systèmes d'eau chaude solaire utilisent un collecteur pour absorber et transférer l'énergie des rayons du soleil à l'eau, qui est ensuite stockée dans un réservoir isotherme jusqu'à son utilisation. La figure ci-dessous illustre le fonctionnement d'un système de chauffe-eau solaire (Lovegrove&Stein, 2012).

Ces systèmes sont classés en fonction du type de collecteur (Réseau Chicle, (n.d)). Il en existe de 3 types :

- Les capteurs non vitrés : bien adaptés pour des besoins d'eau légèrement chauffée (ex. piscines)

- Les capteurs plats vitrés : bien adaptés pour les besoins en ECS 27
- Les collecteurs tubulaires sous vide : bien adaptés pour des applications nécessitant de hautes températures.

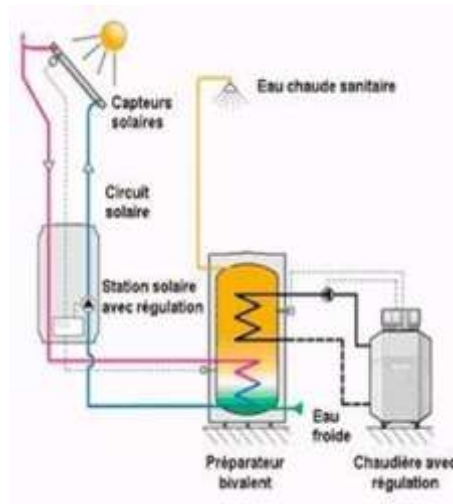


Figure15 : Fonctionnement d'un système de chauffe-eau solaire (Source :Tomberdans les poire).

3.2.1.3 Les pompes à chaleur :

La pompe à chaleur ou PAC est un équipement de chauffage qui utilise les sources d'énergie renouvelables : l'eau souterraine, le sol et l'air. Synonyme de confort thermique, certaines PAC peuvent également à la fois produire de l'air chaud en hiver et de l'air froid en été à la manière d'une climatisation (Brigitte, 2007).

Il existe 3 grands types de pompes à chaleur, qui utilisent des énergies différentes pour fonctionner et qui ne s'installent pas dans le même contexte :

- **La pompe à chaleur air eau (aussi appelée pompe à chaleur aérothermique) :**

La pompe à chaleur air / eau capte aussi les calories de l'air extérieur, mais les transfère dans un circuit d'eau qui alimente des radiateurs ou un plancher chauffant.

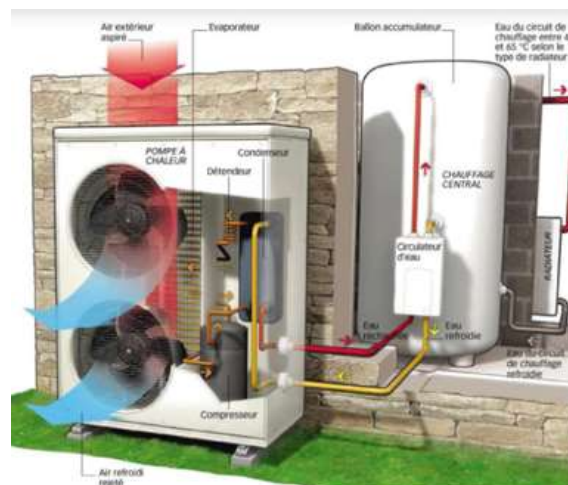


Figure16 : Fonctionnement d'une pompe à chaleur aérothermique (air-eau) (Source :Bing).

- **La pompe à chaleur eau eau (aussi appelée pompe à chaleur Géothermique car elle utilise le principe de la géothermie) :**

La pompe à chaleur géothermique capte les calories du sous-sol via un échangeur enterré horizontalement ou verticalement.



Figure17 : Une pompe à chaleur géothermique (Source : Bing).

- **La pompe à chaleur air air (aussi appelée climatisation réversible) :**

La pompe à chaleur air/air prélève les calories présentes dans l'air extérieur pour les restituer à l'intérieur via un ventilo-convecteur.

Dans le cas d'une climatisation réversible, elle assure le chauffage l'hiver, et la climatisation l'été en inversant le cycle.

3.2.1.4 Le petit éolien :

Une petite éolienne est équipée d'un rotor à deux ou trois pales, de 2 à 10 m de diamètre, qui tournent entre 10 et 25 tours par minute environ. Elle fonctionne sur le même principe de base qu'un grand aérogénérateur. Un onduleur permet d'obtenir un courant aux qualités constantes malgré les variations du vent (Collectif Editions Parisiennes, 2012).

- **Les Types d'éoliennes :** On peut trouver deux sortes d'éoliennes :

- Les éoliennes à axe vertical (de type Darrieus).
- Les éoliennes à axe horizontal.



Figure18 : Éolienne à axe horizontal (Source : Choisir).



Figure19 : Eolienne verticale (Source : Choisir).

3.2.1.5 La biomasse :

La biomasse désigne l'ensemble des matières organiques d'origine végétale, animale ou issue de déchets, qui peuvent être utilisées pour produire de l'énergie. Cela inclut le bois, les résidus agricoles, les algues, ou encore les déchets organiques industriels et ménagers. Ces matériaux peuvent être transformés en chaleur, en électricité ou en combustibles alternatifs grâce à des technologies variées comme la combustion, la méthanisation ou encore la gazéification (U.S. Department of Energy, 2020).

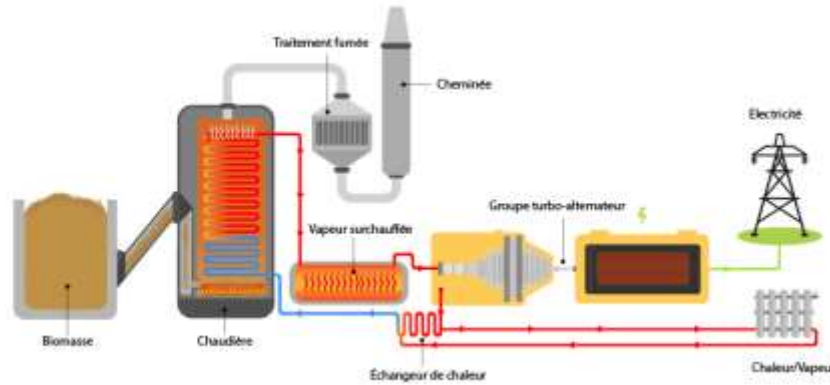


Figure21 : Schéma du fonctionnement d'une centrale biomasse (Source : Be-atex)

3.2.2 Réduire la consommation énergie :

La consommation d'énergie des bâtiments représente une part importante de l'empreinte carbone d'une organisation humaine, autant dans les bureaux que sur les zones d'intervention. Le chauffage et la climatisation sont souvent une composante majeure de cette consommation. La réduction de la consommation énergétique constitue un levier d'action relativement facile et peu coûteux à mettre en œuvre pour le secteur. Une opportunité de réaliser des économies utiles, d'énergie et d'argent (Joffroy et al, 2017).

3.2.2.1 L'orientation des bâtiments :

L'optimisation de l'orientation des bâtiments est l'une des clés de cette approche. En orientant correctement une construction, il est possible de tirer parti des apports solaires gratuits pendant l'hiver et de minimiser la surchauffe estivale. Une conception réfléchie permet ainsi de réduire la dépendance aux systèmes de chauffage et de climatisation, diminuant ainsi l'empreinte carbone des édifices.

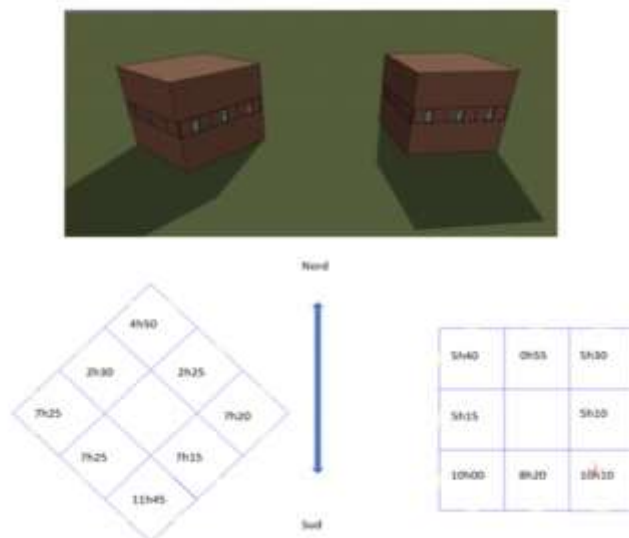


Figure20 : Le Schéma le comparatif entre deux bâtiments (Source : Solen).

3.2.2.2 Recours aux matériaux à haute performance énergétique :

Utilisation de matériaux isolants et énergétiques pour optimiser l'efficacité énergétique des bâtiments, Construire une structure qui économise l'énergie, il faut connaître les différents matériaux de construction écologiques, leurs propriétés et la manière dont ils contribuent à économiser l'énergie (Consofutur).

- **différents types de matériaux :**

Il existe plusieurs types de matériaux durables, chacun ayant des caractéristiques spécifiques qui les rendent adaptés à différents usages. Ces matériaux peuvent être classés en trois grandes catégories : les matériaux naturels, les matériaux recyclés et les matériaux composites écologiques (Consofutur, 2025).

A. Matériaux naturels :

Les matériaux naturels sont des matériaux issus directement de la nature et utilisés avec peu ou pas de transformation chimique. Ils sont prisés pour leur faible impact environnemental, leur capacité à être renouvelables et leur potentiel de recyclable(Consofutur, 2025).. Voici les trois types principaux de matériaux naturels :

- **Bois :** Utilisé depuis des millénaires, le bois est un matériau renouvelable qui offre une grande durabilité lorsqu'il est correctement traité et protégé. Le bois provenant de forêts gérées de manière durable, certifié par des labels comme le FSC (Forest Stewards hip Council), est particulièrement prisé pour sa faible empreinte carbone et son esthétique naturelle.
- **Pierre :** La pierre est un matériau durable qui nécessite peu de transformation avant d'être utilisé dans la construction. Elle est extrêmement résistante aux intempéries et peut durer des siècles, comme en témoignent de nombreux bâtiments historiques. Les pierres locales, telles que le granit, le calcaire et le marbre, sont préférables car elles réduisent les coûts de transport et l'empreinte carbone associée.
- **Terre :** Utilisée sous forme de brique de terre crue ou de torchis, la terre est un matériau traditionnel qui a refait surface dans le cadre de la construction durable. La terre est abondante, renouvelable et possède d'excellentes propriétés thermiques, contribuant ainsi à l'efficacité énergétique des bâtiments.

B. Matériaux recyclés :

Les matériaux recyclés sont des matériaux qui ont été récupérés, retransformés et réutilisés dans un nouveau contexte, ce qui réduit la nécessité d'extraire de nouvelles matières premières. Ils jouent un rôle crucial dans la réduction des déchets et la promotion de l'économie circulaire(Consfutur, 2025).Quelques exemples de matériaux recyclés couramment utilisés dans la construction et le design sont :

- **Acier recyclé :** L'acier est l'un des matériaux les plus recyclés au monde. L'utilisation d'acier recyclé dans la construction permet de réduire de manière significative les émissions de CO2 associées à la production d'acier neuf. Il conserve toutes les propriétés de résistance et de durabilité de l'acier neuf, tout en ayant un impact environnemental moindre.
- **Verre recyclé :** Le verre peut être recyclé indéfiniment sans perte de qualité. Dans la construction, le verre recyclé est utilisé pour fabriquer des produits comme des panneaux isolants, des carrelages ou des revêtements de sol. En plus de réduire les déchets de verre dans les décharges, il nécessite moins d'énergie pour sa fabrication par rapport au verre vierge.
- **Plastiques recyclés :** Bien que les plastiques aient une mauvaise réputation en raison de leur impact environnemental, les plastiques recyclés peuvent jouer un rôle dans la construction durable. Utilisés pour fabriquer des éléments de construction comme les panneaux de revêtement ou les structures de jardin, les plastiques recyclés permettent de réutiliser les déchets plastiques et de réduire la demande de plastique vierge.

C. Matériaux composites écologiques :

Les matériaux composites écologiques sont des matériaux fabriqués en combinant deux ou plusieurs matériaux pour en tirer parti des meilleures propriétés de chacun tout en minimisant leur impact environnemental. Ces matériaux sont souvent innovants et sont développés pour répondre aux besoins spécifiques de durabilité dans la construction moderne. Parmi les matériaux composites écologiques (Consfutur, 2025), on trouve :

- **Béton de chanvre :** Fabriqué à partir d'un mélange de chaux et de fibres de chanvre, le béton de chanvre est un excellent isolant naturel qui offre une bonne régulation thermique et acoustique. Il est léger, perméable à la vapeur et a une faible empreinte carbone comparée au béton traditionnel. De plus, le chanvre est une plante à croissance rapide qui nécessite peu d'eau et aucune utilisation de pesticides, ce qui en fait un matériau particulièrement écologique.

- **Briques en terre crue stabilisée :** Ces briques sont fabriquées à partir de terre mélangée à un liant naturel, comme la chaux, pour améliorer leur résistance et leur durabilité. Elles sont utilisées dans des constructions écologiques pour leurs excellentes propriétés thermiques et leur capacité à réguler naturellement l'humidité intérieure.
- **Fibres de bois composites :** Ce matériau combine des fibres de bois recyclées avec des résines biodégradables pour créer des panneaux de construction qui sont à la fois légers, solides et résistants aux intempéries. Les fibres de bois composites sont utilisées pour des applications telles que les cloisons, les revêtements muraux et les mobiliers extérieurs.

3.2.2.3 Intégration de systèmes de ventilation naturelle :

Conception permettant une circulation d'air optimale pour réduire la consommation énergétique, La ventilation naturelle est une méthode naturelle et peu coûteuse pour ventiler votre maison. Elle n'utilise pas d'électricité, ce qui vous permet de réduire vos besoins en électricité, et elle ne nécessite pas d'entretien (Brigitte, 2007).

Les types de ventilation naturelle :

1. Ventilation par le vent (ventilation transversale) :

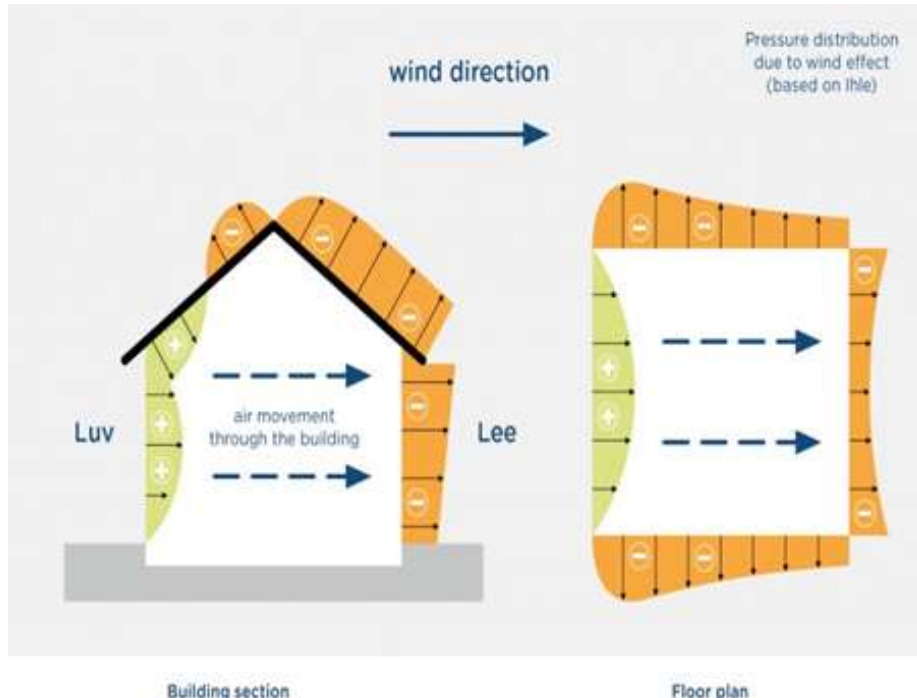


Figure21 : Influence du vent et du courant ascendant thermique sur la ventilation (Source :Linquip).

2. Ventilation pilotée par la flottabilité (l'effet de cheminée) :

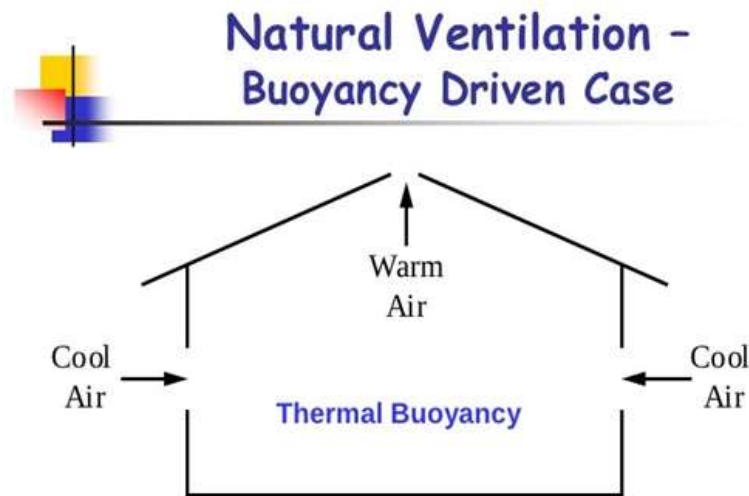


Figure22 : Effet de flottabilité en ventilation naturelle (Source :Linquip).

3.2.2.4 Utilisation de la lumière naturelle :

L'éclairage naturel est un élément essentiel dans la conception des bâtiments modernes. Non seulement il offre une ambiance agréable et une connexion visuelle avec l'extérieur, mais il présente également de nombreux avantages en termes de santé, de bien-être et d'efficacité énergétique. Dans cet article, nous explorons l'importance de l'éclairage naturel dans la conception des bâtiments et comment il peut être optimisé pour améliorer la qualité de vie des occupants (Brigitte, 2007).

➤ Les Stratégies pour maximiser l'éclairage naturel :

- **Orientation et positionnement du bâtiment :**

L'orientation est l'un des premiers éléments à considérer. Dans l'hémisphère nord, maximiser les ouvertures au sud permet de profiter d'un éclairage naturel constant et chaleureux tout au long de la journée, tout en limitant les apports de chaleur excessifs l'été grâce à des protections solaires. Les façades nord, moins exposées, peuvent intégrer des ouvertures plus discrètes pour éviter les pertes thermiques.

- **Fenêtres et baies vitrées optimisées :**

Les fenêtres ne sont plus de simples ouvertures : elles sont conçues comme des cadres pour la lumière. Les grandes baies vitrées, souvent accompagnées de vitrages performants thermiquement, permettent d'inonder les espaces intérieurs de lumière tout en maintenant un confort thermique. Les lucarnes et fenêtres de toit offrent également des solutions pour les zones difficiles à éclairer.

- **Utilisation de puits de lumière :**

Les puits de lumière sont idéaux pour apporter un éclairage naturel dans les espaces centraux ou sombres d'un bâtiment, comme les couloirs ou les salles de bain. Ces dispositifs captent la lumière extérieure et la diffusent efficacement à l'intérieur, réduisant ainsi la nécessité d'éclairage artificiel pendant la journée.

- **Matériaux réfléchissants et couleurs claires :**

Les matériaux et les couleurs jouent un rôle clé dans la diffusion de la lumière naturelle. Les surfaces claires et réfléchissantes, comme les murs blancs ou les finitions brillantes, amplifient la luminosité en redistribuant la lumière à travers l'espace. Les sols en pierre ou les revêtements métalliques peuvent également contribuer à cet effet.

- **Brise-soleil et lames orientables :**

Pour gérer la lumière naturelle de manière contrôlée, les brise-soleil et les lames orientables sont des outils essentiels. Ils permettent de filtrer les rayons directs du soleil, évitant ainsi l'éblouissement et la surchauffe tout en maintenant une ambiance lumineuse agréable.

- **Façades intelligentes :**

Les façades modernes intègrent souvent des technologies adaptatives, comme des vitrages électro chromes ou des systèmes dynamiques qui ajustent leur opacité en fonction de l'intensité lumineuse extérieure. Ces innovations garantissent un apport optimal de lumière naturelle tout au long de la journée (jumle-architectes).

3.2.3 Le stockage de l'énergie :

Avec la montée en puissance des énergies renouvelables vient inexorablement la question du stockage. Certaines de ces sources d'énergie sont variables, et ne produisent pas de façon constante, ou alors pas forcément au moment des pics de demande. C'est pour cela que diverses solutions sont déployées, dont le stockage

C'est ici que les batteries de stockage présentent tout leur intérêt. Les batteries solaires sont en effet capables de stocker l'électricité qui n'est pas consommée à l'instant où elle est produite. Elle peut alors être réutilisée ultérieurement, en particulier le soir ou la nuit. En d'autres termes, la batterie solaire favorise l'autonomie électrique (Multon, 1996).

3.2.3.1 Batteries thermiques :

Gestion efficace de l'énergie grâce aux batteries thermiques, l'énergie solaire excédentaire est stockée sous forme de chaleur dans une batterie d'énergie thermique. Cette chaleur emmagasinée est utilisée les jours plus froids pour stabiliser la température du bâtiment,

réduisant ainsi le besoin d'énergie supplémentaire provenant de sources externes. Les avantages comprennent un meilleur contrôle des coûts d'exploitation associés au système CVC, qui régule la température, la qualité de l'air et l'humidité dans les bâtiments. La batterie thermique est un système flexible qui assure une température stable même pendant les périodes de forte demande d'énergie.

3.3 Les exemples :

3.3.1 École communautaire Creekside Tigard, Oregon

Premier bâtiment certifié Zéro Energie pour le district scolaire de Tigard-Tualatin et l'un des premiers bâtiments d'enseignement de la maternelle à la 12e année entièrement à consommation nette zéro dans l'État de l'Oregon, le nouveau bâtiment utilise de nombreuses stratégies d'économie d'énergie pour atteindre un faible EUI (Bora. (2025).

➤ Information sur les systèmes de construction :

- **système photovoltaïque :**

Les nombreuses stratégies d'économie d'énergie mises en œuvre pour atteindre un faible IUE, le nouveau bâtiment est équipé d'un système photovoltaïque sur le toit qui génère 148 000 kWh par an pour compenser sa consommation annuelle d'énergie. Et l'enveloppe haute performance, d'un système mécanique et électrique efficace conçu par Glumac.



Figure23 : Le réseau photovoltaïque sur le toit (Source :Bora)

- **L'utilité de cette l'enveloppe haute performance :**

L'enveloppe haute performance, d'un système mécanique et électrique efficace conçu par Glumac, Réduction des pertes thermiques en hiver et maintien de la fraîcheur en été, diminuant ainsi la dépendance aux systèmes de chauffage et de climatisation.



Figure24 : L'enveloppe haute performance (Source : Bora)

- **ventilation naturelle :**

Orientation optimale : Le bâtiment est conçu pour maximiser les courants d'air naturels en fonction des vents dominants locaux.

Fenêtres: Des fenêtres à double ouverture permettent de contrôler précisément les flux.



Figure25 : Les fenêtres à double ouverture (Source : Bora)

- **Description des systèmes énergétiques**

L'équipement HVAC comprend des ventilateurs à récupération d'énergie (ERV) et des unités de condensation à débit de réfrigérant variable (VRF) qui desservent les ventilo-convecteurs. Les VRE fournissent de l'air de ventilation. L'eau chaude sanitaire est fournie par un chauffe-eau à résistance électrique.

3.3.2 L'école du Petit Lac :

Les Stratégies de conception :

- **Les Stratégies Architecturales et Bioclimatiques :**

Orientation optimisée : L'implantation du bâtiment maximise l'apport de lumière naturelle et réduit les besoins en éclairage artificiel.

Ventilation naturelle : Conception favorisant la circulation de l'air pour réduire l'utilisation de la climatisation.

Protection solaire : Utilisation de brise-soleil ou d'avancées pour limiter la surchauffe en été.

- **Stratégies Énergétiques et Environnementales :**

Panneaux solaires photovoltaïques : Installation de 1 200 m² de panneaux solaires.

Matériaux durables : Choix de matériaux éco-responsables pour réduire l'impact carbone du bâtiment.

Gestion de l'eau : Mise en place de systèmes de récupération des eaux pluviales pour l'arrosage et les sanitaires.

Ce projet illustre une approche innovante de l'architecture durable, combinant rénovation énergétique, autonomie électrique et sensibilisation des jeunes générations aux enjeux environnementaux. Il sert de modèle pour d'autres établissements souhaitant intégrer des solutions d'énergie renouvelable et réduire leur empreinte carbone(energie-partagee.org, 2021)



Figure26 : L'école du Petit Lac(Source :Energie-partagee.org)

Conclusion

Les bâtiments à énergie zéro incarnent aujourd'hui l'un des modèles les plus aboutis d'architecture durable. En intégrant des solutions passives et actives, ils permettent de minimiser la consommation énergétique tout en assurant le confort des usagers. Grâce à l'exploitation des énergies renouvelables en particulier l'énergie solaire combinée à des technologies de stockage efficaces et à une gestion intelligente de l'énergie, ces bâtiments parviennent à atteindre un équilibre entre production et consommation d'énergie.

En définitive, les bâtiments à énergie zéro ne sont pas une simple tendance, mais une étape clé vers une architecture plus résiliente, plus responsable, et tournée vers l'avenir. Les bâtiments à énergie zéro (BEZ) représentent une solution durable pour répondre aux défis énergétiques et environnementaux actuels. En combinant une conception bioclimatique, des matériaux performants et des systèmes de production d'énergie renouvelable, ils parviennent à équilibrer, voire à dépasser leurs besoins énergétiques.

CHAPITRE 4 :

Analyse thématique

Introduction :

L'analyse thématique est une étape essentielle dans l'élaboration du support de référence pour la conception architecturale. Ce chapitre propose une étude analytique des différents projets, qui permettra de déterminer les exigences formelles, fonctionnelles, techniques et écologiques liées au thème choisi. Notre approche consiste à étudier plusieurs projets afin de combiner les meilleures pratiques et solutions pour répondre de manière optimale aux critères de sélection suivants : le choix du site, la conception d'hébergements atypiques, l'établissement d'un programme complet incluant fonctionnalités et technologies, et incorporant une approche de développement durable. Ces exemples variés nous aideront à concevoir un projet intégré et efficace, en harmonie avec les enjeux contemporains.

4.1 Crèche Pablo Neruda



Figure27 : Crèche Pablo Neruda (Source : Archdaily, 2025)

4.1.1 Fiche technique :

La crèche Pablo Neruda, conçue par l'architecte Rueda et située à Madrid, en Espagne, se distingue par un jeu de lumière subtil entre le jour et la nuit. Sa surface totale est de 1 945 m².


4.1.2 Situation :



Figure28 : la situation de Crèche Pablo Neruda (Source : Archdaily)

 Voie principale

 Espace vert

 Gendarmerie nationale

 Parking

 Habitats collectifs

4.1.3 L'idée de conception :

- L'utilisation de cinq boîtes de bien ordre de différentes couleurs
- L'utilisation des formes 3D simples (cube.....)
- Le bâtiment est conçu comme un volume composé de cinq boîtes séparées par un large couloir

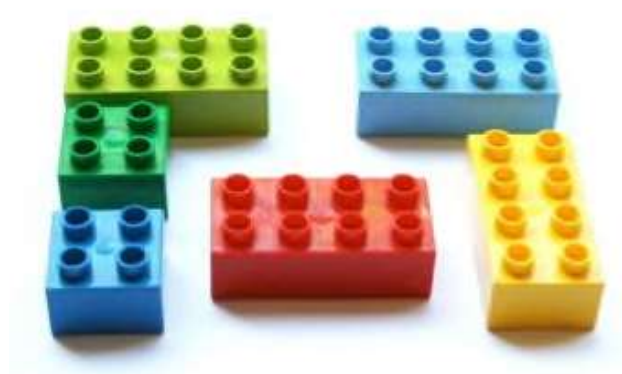


Figure29 : L'idée de la conception de Crèche Pablo Neruda(Source :Archdaily)

4.1.4 Étude plan de masse :

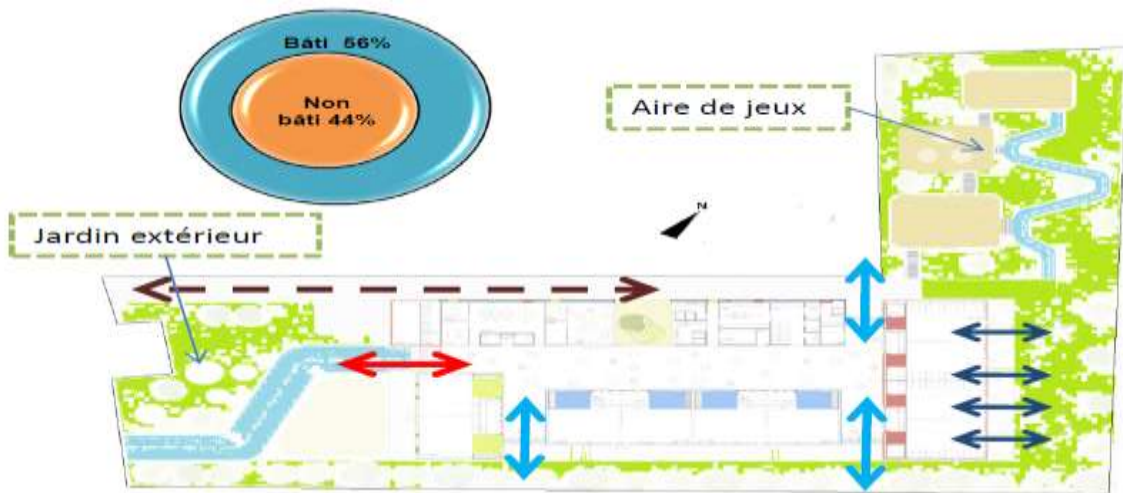
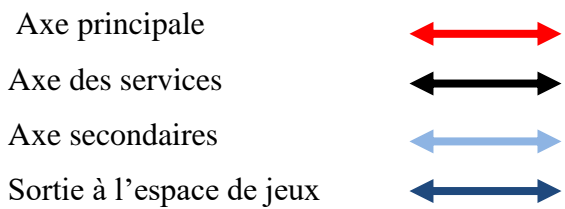


Figure30 : Etude de plan de Crèche Pablo Neruda(Source : Archdaily)



- Les différents types des axes donnent une facilité de la circulation interne externe.

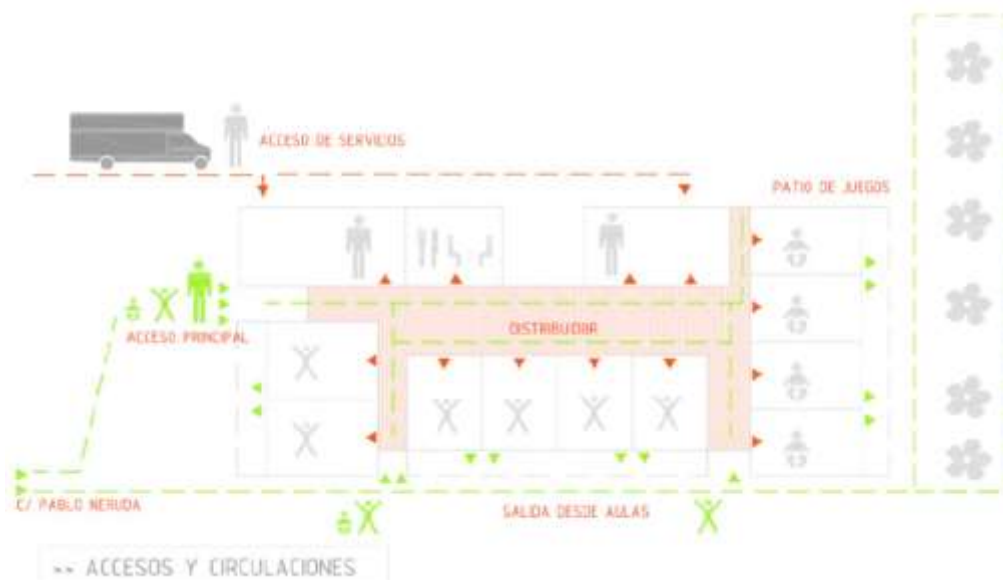


Figure31 : L'accessibilité de Crèche Pablo Neruda (Source:Archdaily)

L'organisation spatiale :

4.1.5 L'organisation spatiale :

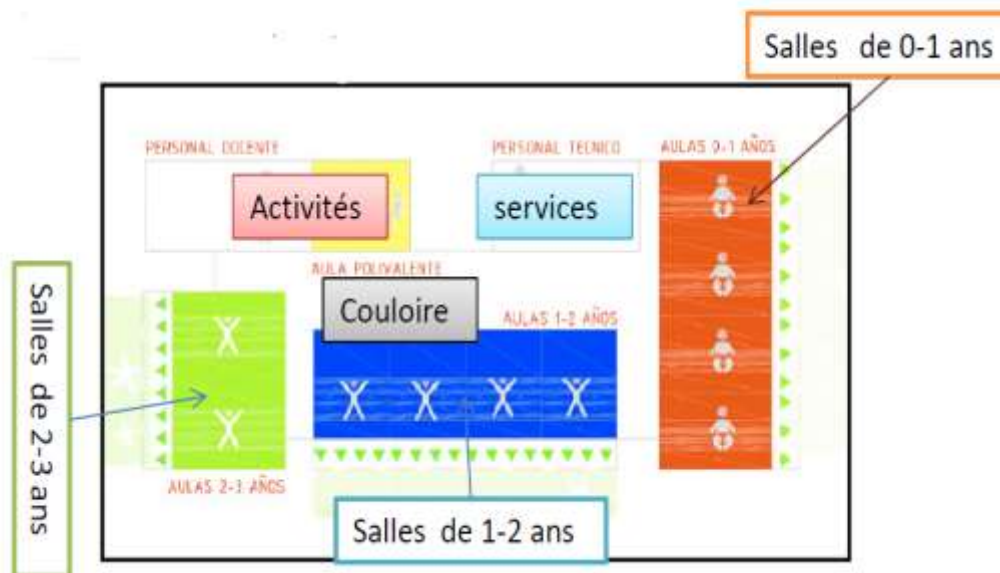


Figure32 : L'organisation de Crèche Pablo Neruda (Source : Archdaily)



Figure33 : Le plan de RDC de Crèche Pablo Neruda (Source : Archdaily)

- 1: salles de 0-1 ans 2:salles de 1-2 ans3:salles de 2-3 ans 4: réfectoire
5: salle polyvalente 6:cuisine 7: administration 8: couloire 9:hall
10: espace vert.

- **L'organisation fonctionnelle :**

Le couloir c'est l'espace de distribution et le plus fonctionné par rapport les différents espaces.

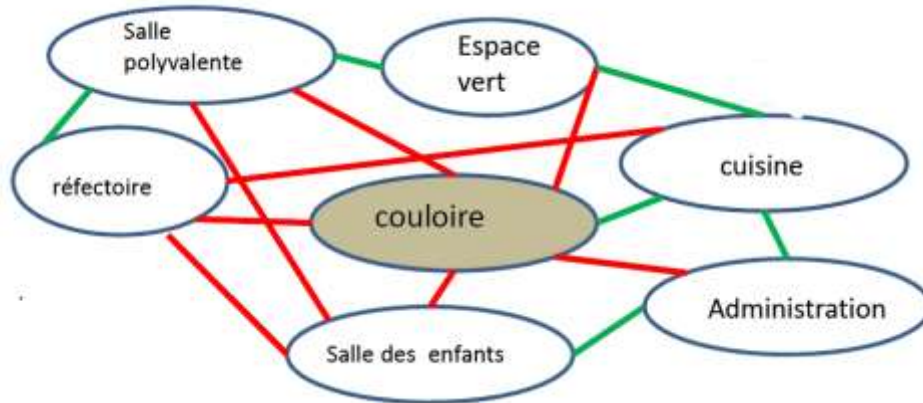


Figure34 : L'organisation fonctionnelle de Crèche Pablo Neruda (Source : Archdaily)

- Relation forte
- Relation moyenne

4.1.6 L'ambiance :

- L'utilisation de formes géométriques aménagées avec des différentes couleurs



Figure35 : les espaces aménagées avec des différentes couleurs (Source : Archdaily)

- Aménager les espaces de sanitaire avec des meubles correspondant aux corps des enfants



Figure36 : les espaces de sanitaire de Crèche Pablo Neruda (Source : Archdaily)

Les jeux de lumière



Figure37 : les jeux de (Source : Archdaily)

- Grande surface libre



Figure38 : Grande surface libre (Source : Archdaily)

4.1.7 Etude des façades :

- L'utilisation de nombreuses fenêtres de différentes tailles (Rythme composé)

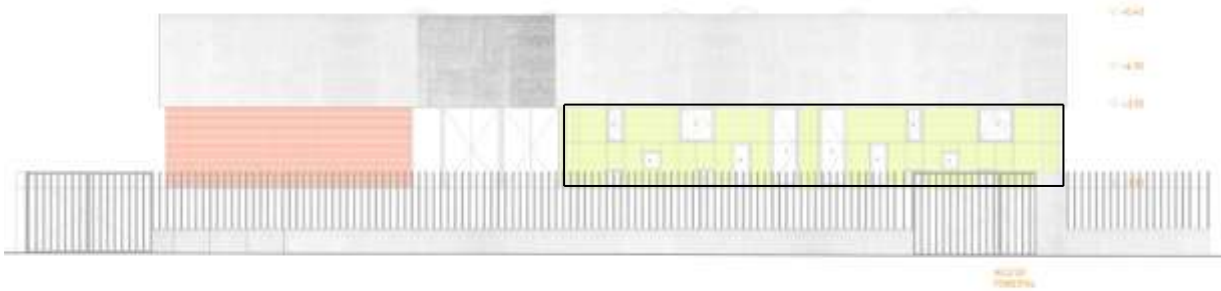


Figure39 : fenêtre de différentes tailles (Source : Archdaily)

- Le plein est plus dominant que le vide



Figure40 : Le plein est plus dominant que le vide (Source : Archdaily)

- Utilisation des couleurs pour identifier Le bâtiment



Figure41 : Utilisation des couleurs pour identifier Le bâtiment (Source : Archdaily)

4.2 Crèche municipale Els Daus à Cardedeu, Barcelone



Figure42 : Crèche municipale Els Daus à Cardedeu, Barcelone (Source : Aia.cat)

4.2.1 Fiche technique :

Conçu par les architectes Albert Salazar et Joan Carles Navarre, ce bâtiment situé à Cardedeu, Barcelone, Espagne, a été achevé en 2006. Il s'étend sur une superficie de 670 m² et peut accueillir jusqu'à 82 enfants.

4.2.2 Situation :

La crèche est située à la périphérie Sud Est de la ville Cardedeu, d'un quartier résidentiels.



Figure43 : la situation de projet (Source : Aia.cat)

- Projet
- Habitation
- Voie principale
- Voie secondaire

4.2.3 L'idée de la conception :

Ce projet repose sur l'analyse de deux notions fondamentales : d'une part, comprendre la signification et l'importance des services de garde pour les jeunes enfants en tant que lieux de socialisation distincts du cadre familial, et d'autre part, déterminer le type de construction le plus adapté en fonction de ce besoin, en tenant compte du contexte et de l'emplacement géographique.

4.2.4 Étude plan de masse :

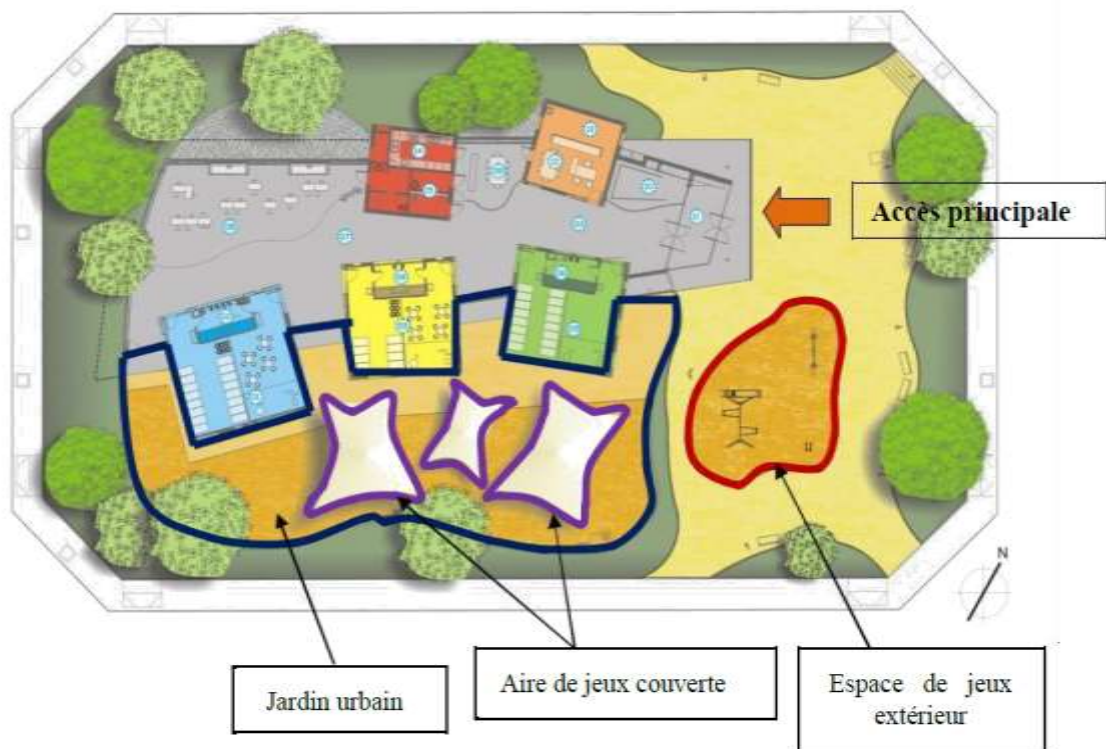


Figure44 : Plan RDC de 2ème exemple (Source : Aia.cat)

La présence d'un jardin attenant en milieu urbain permet d'aménager un accès à la pépinière, offrant ainsi aux jeunes enfants un espace de jeu. Ce jardin sert également de zone d'attente et constitue un lieu idéal pour encourager les interactions entre les enfants ainsi qu'avec les adultes qui les accompagnent.

Il s'agit d'un bâtiment indépendant dont l'ensemble du programme est conçu au rez-de-chaussée. Il se compose de volumes architecturaux disposés de manière apparemment

aléatoire sur un espace de jeu, symbolisant ainsi la nature même de l'édifice. Les modules cubiques, abritant les salles de classe, sont répartis de façon dispersée sur la parcelle, créant des espaces intérieurs ouverts sur l'extérieur sur deux côtés. Cette disposition permet une continuité avec l'environnement extérieur et offre une grande aire de jeux couverte, idéale pour des occasions particulières, comme les jours de mauvais temps, en complément de la terrasse extérieure.

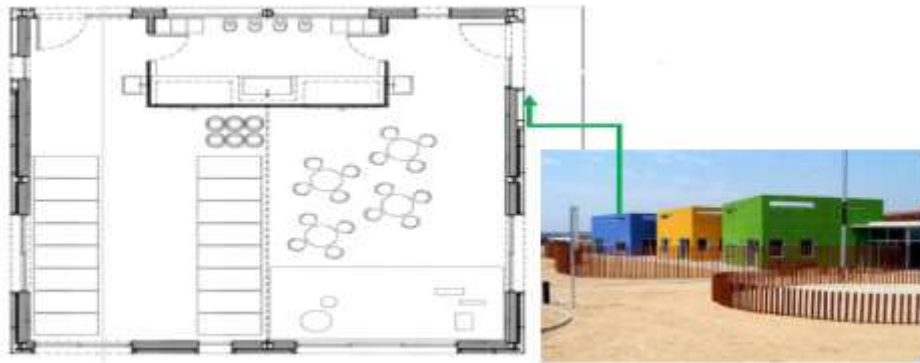


Figure45 : Le plan des modules cubique (Source : Aia.cat)

Les salles de classe, intégrées dans des modules cubiques, sont minutieusement conçues et dimensionnées pour favoriser les jeux et activités stimulant le développement cognitif, sensoriel, socio-affectif, ainsi que l'imagination et le langage. Ces cubes entretiennent un lien étroit entre l'espace extérieur et l'espace intérieur central, qui accueille la salle de psychomotricité ainsi que la salle de repos des enseignants. Ces deux espaces, distincts l'un de l'autre grâce à des rideaux de séparation et des variations de matériaux de revêtement, peuvent être réunis dans l'espace central selon les besoins.

Les espaces dédiés à l'administration et aux services (cuisine, débarras, buanderie, salle de bains, biberonnerie, etc.) sont situés à proximité de la zone d'accès. L'objectif est de créer un environnement où les enfants ne se sentent pas confinés dans une seule pièce, tout en assurant un équilibre entre des espaces ouverts et une sécurité optimale.



Figure46 : vue postérieure de projet (Source : Aia.cat)

4.2.5 Description du projet :

Il s'agit d'un bâtiment dont l'ensemble du programme fonctionnel est intégré au rez-de-chaussée. La disposition des modules cubiques abritant les salles, répartis sur la parcelle, permet de créer des espaces intérieurs ouverts sur l'extérieur des deux côtés. Cette configuration favorise leur utilisation comme un vaste patio couvert, venant compléter le patio extérieur.

Le projet se distingue par l'utilisation de matériaux hautement durables et par des systèmes constructifs optimisant la performance énergétique du bâtiment. Parmi ces éléments figurent une façade ventilée en caoutchouc recyclé, l'intégration de systèmes de ventilation croisée et l'installation de collecteurs d'eau.

La conception :

4.2.6 La conception :

Le projet est en outre définie par des niveaux élevés de durabilité des matériaux et des systèmes de renforcement des capacités pour améliorer leur performance énergétique du bâtiment, comme façade ventilée ou à l'exploitation du caoutchouc recyclé et améliorer les systèmes de ventilation transversaux et que l'installation de récupérateurs d'eau pour aider à réduire de 30% la consommation de chauffage radiant par le sol, qui a acquis la totalité du bâtiment.



Caoutchouc recyclé

Figure47 : Caoutchouc recyclé (Source : Fr.wikiarquitectura)



Figure48 : Coupe montre la ventilation du projet (Source : Fr.wikiarquitectura)

4.3 Crèche Budin



Figure49 : coupe montre la ventilation du projet (Source : Fr.wikiarquitectura)

4.3.1 Fiche technique :

La Crèche Budin, située rue Pierre Budin à Paris XVIII, offre 60 berceaux et un logement de fonction, sur une superficie de 800 m². Conçue par ECDM et livrée en 2009, elle combine sécurité, fonctionnalité et architecture moderne pour un accueil optimal des enfants. Le projet a été réalisé sous la maîtrise d'ouvrage de la Ville de Paris, avec l'expertise du BET Saunier & associés (archdaily.com).

4.3.2 Situation :

La Crèche Budin est située dans un quartier hétérogène de Paris XVIII.



Figure50 : la situation de projet (Source : *Archdaily*)



Projet



Voie principale



Voie secondaire

4.3.3 L'idée de la conception :

L'idée de la conception de la Crèche Budin repose sur l'intégration harmonieuse dans un quartier urbain hétérogène tout en offrant un environnement sécurisé et lumineux pour les enfants. Le bâtiment s'organise sur deux niveaux horizontaux autour d'une promenade reliant les espaces intérieurs et extérieurs, maximisant l'ensoleillement. Sa façade monolithique en béton préfabriqué assure intimité et protection, tout en intégrant des ouvertures translucides adaptées à différents utilisateurs. Le projet inclut également un logement de fonction, séparé mais cohérent avec l'ensemble de la crèche. Cette conception vise à offrir un cadre fonctionnel et moderne, respectueux du contexte urbain environnant.

Étude plan de masse :

4.3.4 Étude plan de masse :

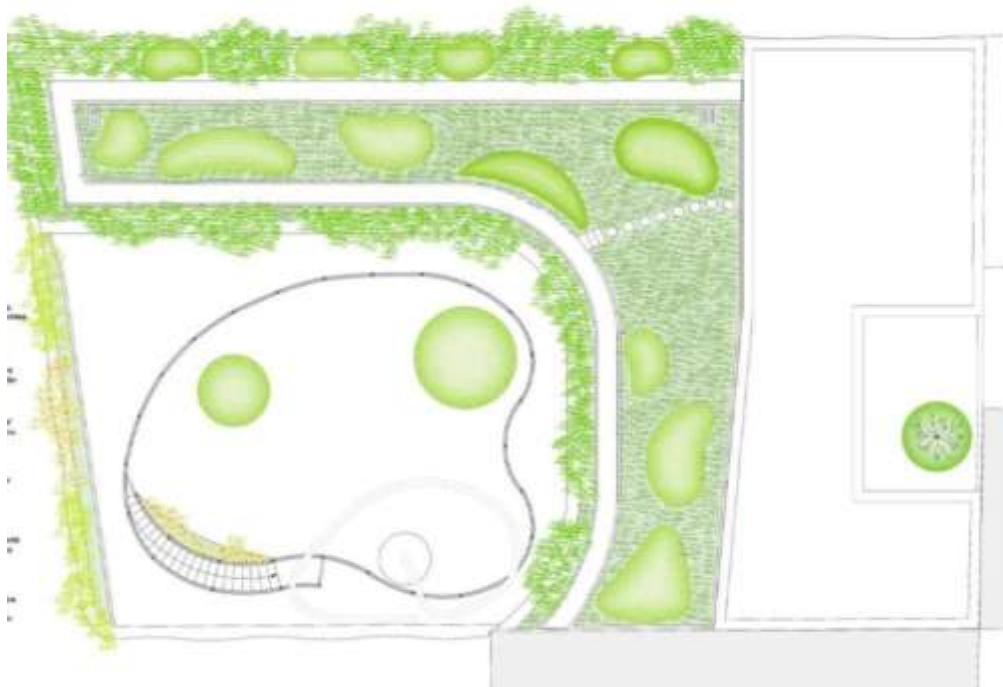


Figure 51 : plan de masse de la Crèche Budin (Source : Combarel-marrec)

Le plan de masse de la Crèche Budin, située rue Pierre Budin à Paris XVIII, illustre l'organisation spatiale du projet. Le bâtiment s'étend sur deux niveaux horizontaux, intégrant des espaces extérieurs variés tels que des aires de jeux et des jardins suspendus. La façade ondulante en béton Ducal assure une protection et une intimité pour les enfants, tout en s'intégrant harmonieusement dans le quartier hétérogène environnant.

4.3.5 Les plans :

Les plans de la Crèche Budin sont organisés autour de deux niveaux horizontaux, chacun optimisant l'espace pour les enfants tout en garantissant leur sécurité. Le rez-de-chaussée comprend des zones communes telles que les salles de jeux, les espaces de repos et une cuisine, tandis que l'étage est dédié à des espaces plus calmes et fonctionnels. Des circulations fluides relient les espaces intérieurs et extérieurs, permettant une interaction avec les jardins et aires de jeux. La façade monolithique en béton préfabriqué assure la sécurité et l'intimité, avec des ouvertures stratégiques pour maximiser la lumière naturelle. Le projet intègre également un logement de fonction, placé en retrait de la crèche pour une séparation claire des espaces.

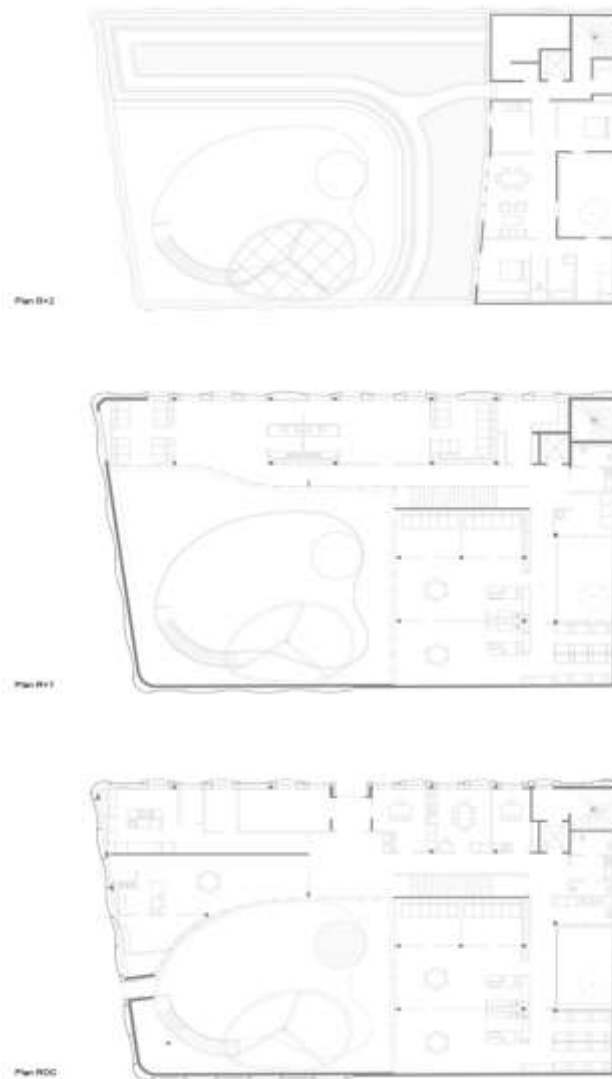


Figure52 : les planes de la Crèche Budin (Source : Archdaily)

4.3.6 Description du projet :

Le bâtiment s'étend sur deux niveaux et s'intègre harmonieusement dans un quartier urbain hétérogène. L'architecture privilégie l'espace, la lumière et la sécurité, avec des zones extérieures aménagées pour les jeux. La façade en béton préfabriqué, à la fois moderne et protectrice, assure une intimité pour les enfants tout en s'insérant dans le paysage environnant. Ce projet vise à offrir un environnement fonctionnel et accueillant pour les enfants et le personnel.

4.3.7 La conception :

La Crèche Budin peut être vue comme un cocon protecteur dans le cœur de la ville, où chaque élément est pensé pour offrir confort et sécurité aux enfants. Sa façade en béton préfabriqué agit comme un bouclier, protégeant les petits tout en s'ouvrant sur des fenêtres translucides qui laissent pénétrer la lumière, tel un fil de lumière naturelle tissant des liens entre l'intérieur et l'extérieur. Les espaces extérieurs, comme des jardins suspendus, deviennent des terrains de jeu, offrant un souffle de liberté et de créativité. Le logement de fonction, en retrait, représente un havre tranquille pour le personnel, séparé mais tout aussi enveloppé par cette architecture chaleureuse.

Synthèse :

Tableau9 : La synthèse général (Source : Auteurs)

<i>Crèche Pablo Neruda</i>	<i>Crèche municipale Els Daus à Cardedeu, Barcelone</i>	<i>Crèche Budin</i>	<i>Synthèse général</i>
Située dans un quartier résidentiel	Située dans un quartier résidentiel	Située dans un quartier résidentiel	Le terrain doit être situé dans un quartier résidentiel.
Plusieurs volumes séparés par un large couloir.	Plusieurs volumes architecturaux dispos apparemment du hasard sur plateau	Une volumétrie circulaire.	Il faut bien employée les formes fluides. La volumétrie de projet doit être composée de plusieurs volumes séparés

			par un large couloir
Circulation séparé (Piétons et services)	Les différents types des axes pour éviter la circulation	Les différents types des axes mécaniques et piétons	L'utilisation des différents types des axes pour donner une facilité de la circulation interne externe
Utilisation des couleurs pour identifier Le bâtiment	Utilisation des couleurs pour identifier Le bâtiment	Une façade esthétique,	Il veut mieux utilisée les couleurs qui attirent l'enfant La façade doit être esthétique et isolante Utilisation des couleurs pour identifier Le bâtiment
Séparation des espaces par section	Séparation des espaces par section	Séparation des espaces par section	La séparation entre espace utilisée par enfant et d'autres espaces « administration, service.. » par des espaces de circulation
Aménager les espaces de sanitaire avec des meubles correspondants aux corps des enfants.	L'utilisation des meubles colorés conforme aux corps des enfants.	Un Éclairage suffisamment naturel par des ouvertures adaptées au corps de l'enfant	L'utilisation des couleurs chaudes pour créer ambiance chaleur, créativité... Et les couleurs froides pour créer un effet de calme L'utilisation des différents dessins et une texture spéciale pour aider à la perception de l'espace

Tableau10 : Les atouts et Les lacunes (Source : Auteurs)

	<i>Crèche Pablo Neruda</i>	<i>Crèche municipale Els Daus à Cardedeu, Barcelone</i>	<i>Crèche Budin</i>
Les atouts	• Située dans un	• Située dans un	• Située dans un

	<p>quartier résidentiel</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les différents types des axes. • Utilisation des formes géométriques aménagés avec des différentes couleurs et dessins. 	<p>quartier résidentiel</p> <ul style="list-style-type: none"> • Séparation des espaces par section • Utilisent des matériaux naturels et durables. 	<p>quartier résidentiel</p> <ul style="list-style-type: none"> • L'inspiration de la forme • Façade esthétique et isolante.
Les lacunes	<ul style="list-style-type: none"> • L'absence des salles de jeux intérieures. • L'absence des services d'enfants. 	<ul style="list-style-type: none"> • L'absence des salles de jeux intérieures • L'absence des services pour les personnes. 	<ul style="list-style-type: none"> • L'absence des salles de jeux Intérieures et extérieure • L'absence des services d'enfants.

CHAPITRE 5 :

Analyse de site

Introduction :

L'analyse de site est l'étude des différentes composantes qui nous permet de faire ressortir les modèles d'organisation et de structuration utilisés pour donner une solution. Cette analyse nécessite un arpentage du terrain, l'utilisation de plans, cartes, documents simple lecture fonctionnelle ou technique du lieu. C'est également évaluer comment le contexte urbain ou paysager peut nourrir l'expérience sensorielle, cognitive et sociale des jeunes enfants, tout en assurant un cadre rassurant pour les familles et les professionnels de l'enfance. Cette analyse nous guidera vers des choix architecturaux cohérents avec les objectifs éducatifs, sociaux et environnementaux du projet, en mettant l'enfant au cœur de la réflexion.

5.1 Motivation de choix :

Le choix de ce site pour l'implantation d'un établissement préscolaire se justifie par la présence d'équipements scolaires et éducatifs à proximité, renforçant le caractère pédagogique du lieu, ainsi que par sa localisation dans une zone d'extension résidentielle calme, offrant un environnement sécurisé et propice à l'épanouissement des enfants ; de plus, le terrain, dégagé et ouvert, bénéficie d'une accessibilité aisée et multiple, facilitant la fréquentation par les usagers

- Existence des équipements scolaires et éducatifs à proximité "Caractère éducatif"
- Leur situation qui une nouvelle zone d'extension (zone calme)
- c'est une zone résidentielle
- Terrain dégagé et ouvert avec une accessibilité facile et multiple.

- **Les équipements importants :**

- Université de kharouba
- Station de tramway.
- Résidence habitat collectif Malika
- Faculté de médecine

5.2 Présentation de la wilaya de Mostaganem:

La wilaya de Mostaganem, située sur la façade nord-ouest de l'Algérie, est une région côtière réputée pour sa richesse naturelle, culturelle et historique. Bordée par la mer Méditerranée, elle bénéficie d'un littoral étendu aux paysages variés, mêlant plages, falaises et criques, ce qui en fait une destination touristique privilégiée. Sur le plan géographique, la wilaya se distingue également par ses terres fertiles, ses forêts et ses zones agricoles, ainsi que par un climat méditerranéen agréable, favorisant le développement d'activités touristiques tout au long de l'année.

Mostaganem se caractérise par un tissu urbain en pleine expansion, porté par des investissements publics et privés dans divers secteurs, notamment le tourisme, l'agriculture et les services. Sur le plan culturel, la région possède un patrimoine architectural et historique remarquable, témoin de son passé ottoman, andalou et colonial. Cette diversité, conjuguée à un fort potentiel de loisirs et d'accueil, positionne la wilaya comme un pôle stratégique pour la réalisation de projets touristiques durables, intégrés à leur environnement naturel et social.

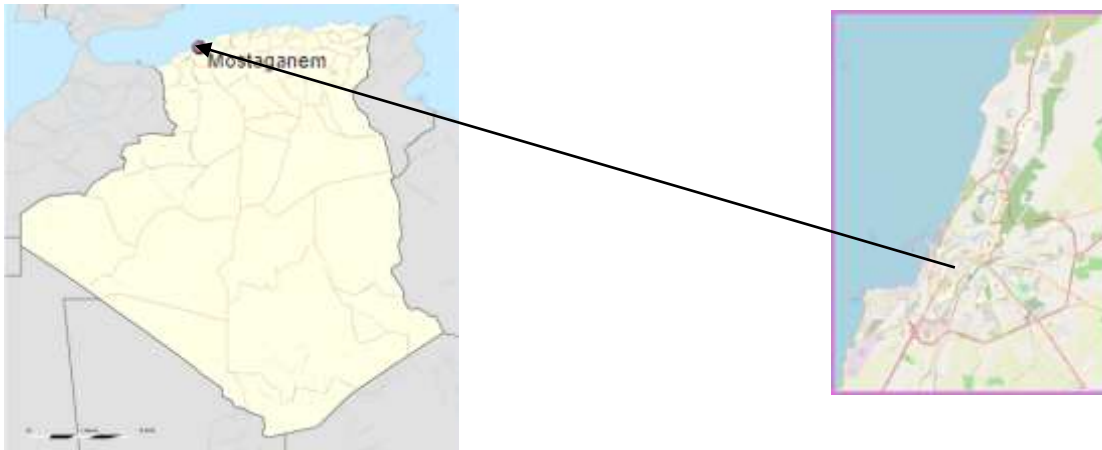


Figure53 : Localisation communale de la wilaya de mostaganem (Source : Google image)

Situation à l'échelle communale :

- **Au nord, par la Méditerranée**
- **A l'ouest, par la wilaya d'Oran**
- **A l'est, par la wilaya de Chlef**
- **Au sud, par les wilayas de Mascara et Relizane**

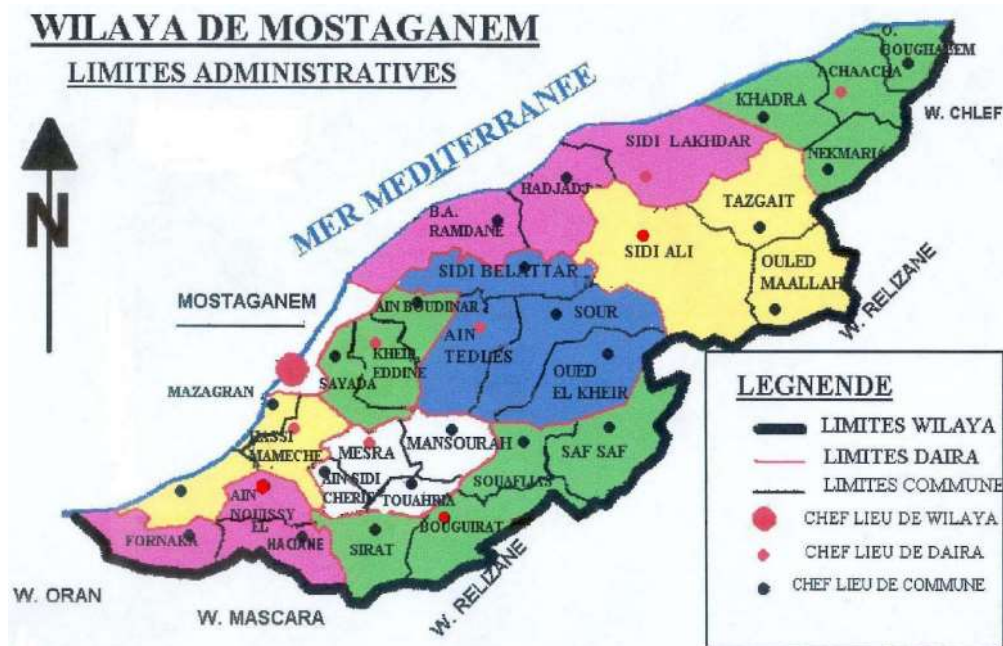


Figure 54 : La présentation de la carte de Mostaganem dans la carte d'Alegria (Source : Google image)

5.3 Analyse climatique :

Le climat de Mostaganem se caractérise par un climat semi-aride à hiver tempéré et une pluviométrie qui varie entre 350 et 500 mm/Année

La wilaya de Mostaganem bénéficie d'un climat méditerranéen, caractérisé par des étés chauds et secs et des hivers doux et humides, ce qui influence fortement les choix architecturaux et urbanistiques dans la région.

- **La température :**

Les températures moyennes varient entre 12 °C en hiver et 30 à 35 °C en été, avec des pics pouvant dépasser les 40 °C durant les vagues de chaleur. La douceur hivernale permet une occupation continue des espaces extérieurs, tandis que la chaleur estivale nécessite des solutions architecturales adaptées pour garantir le confort thermique (ombrage, ventilation naturelle, matériaux à forte inertie thermique).

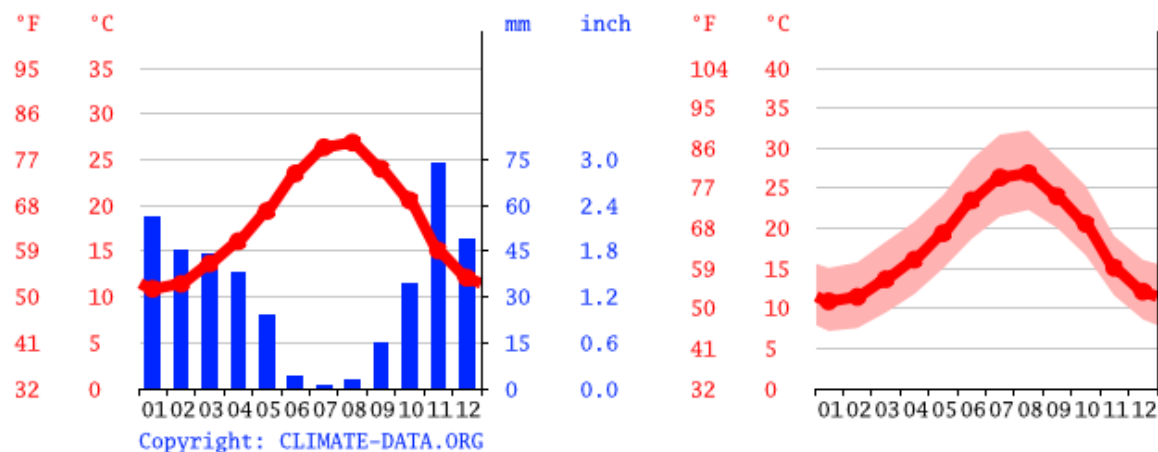


Figure55 : Les données climatique de la température saisonnière (Source : [Https://fr.climate-data.org](https://fr.climate-data.org))

- **La précipitation :**

La pluviométrie annuelle moyenne se situe entre 400 et 600 mm, concentrée principalement entre novembre et mars. Les périodes de sécheresse prolongée en été exigent une gestion rationnelle de l'eau et une architecture bioclimatique, limitant les besoins en climatisation artificielle.

- **Le vent :**

Mostaganem est exposée à des vents modérés à forts, notamment les vents marins en provenance du nord et du nord-ouest. Cela offre un avantage pour la ventilation naturelle des bâtiments, à condition de bien orienter les ouvertures et de protéger les espaces sensibles des courants d'air directs.

- **Ensoleillement :**

La région jouit d'un ensoleillement élevé, avec plus de 300 jours de soleil par an, ce qui constitue un atout important pour l'utilisation de l'énergie solaire passive et active (panneaux photovoltaïques, chauffe-eau solaires, etc.).

- Janvier : ~219 heures
- Février : ~303 heures
- Mars : ~368 heures
- Avril : ~391 heures
- Mai : ~434 heures
- Juin : ~436 heures
- Juillet : ~445 heures
- Août : ~420 heures

- Septembre : ~375 heures
- Octobre : ~352 heures
- Novembre : ~310 heures
- Décembre : ~303 heures

- **Climat et conditions :**

Mostaganem connaît des hivers doux et des étés chauds et secs. Les températures maximales moyennes annuelles avoisinent les 24,6 °C, tandis que les minimales moyennes sont autour de 13,5 °C. Les précipitations annuelles moyennes sont d'environ 266 mm, avec des mois plus secs en été et plus pluvieux en hiver

- **Tendances saisonnières**

- Hiver (décembre à février) : Ensoleillement modéré, températures douces.
- Printemps (mars à mai) : Augmentation progressive de l'ensoleillement et des températures.
- Été (juin à août) : Période la plus ensoleillée et chaude, idéale pour les activités en plein air.
- Automne (septembre à novembre) : Ensoleillement encore généreux, températures agréables.

5.4 Présentation du site :

Le terrain en est situé dans le quartier de Kharouba, à l'est de Mostaganem, au niveau de la Cité des 600 Logements, le long de la Route Nationale N11. Cette zone est caractérisée par une urbanisation résidentielle dense.



Université de
abdelhamid ibn badis



La gar de tramway hey
el salam



Habitat semi collectif
600 logements



Résidence Habitat
collectif malika



Résidence Habitat
collectif Guellouh



Faculté de médecine

Figure56 : Les périphéries de site (Source : Auteurs)

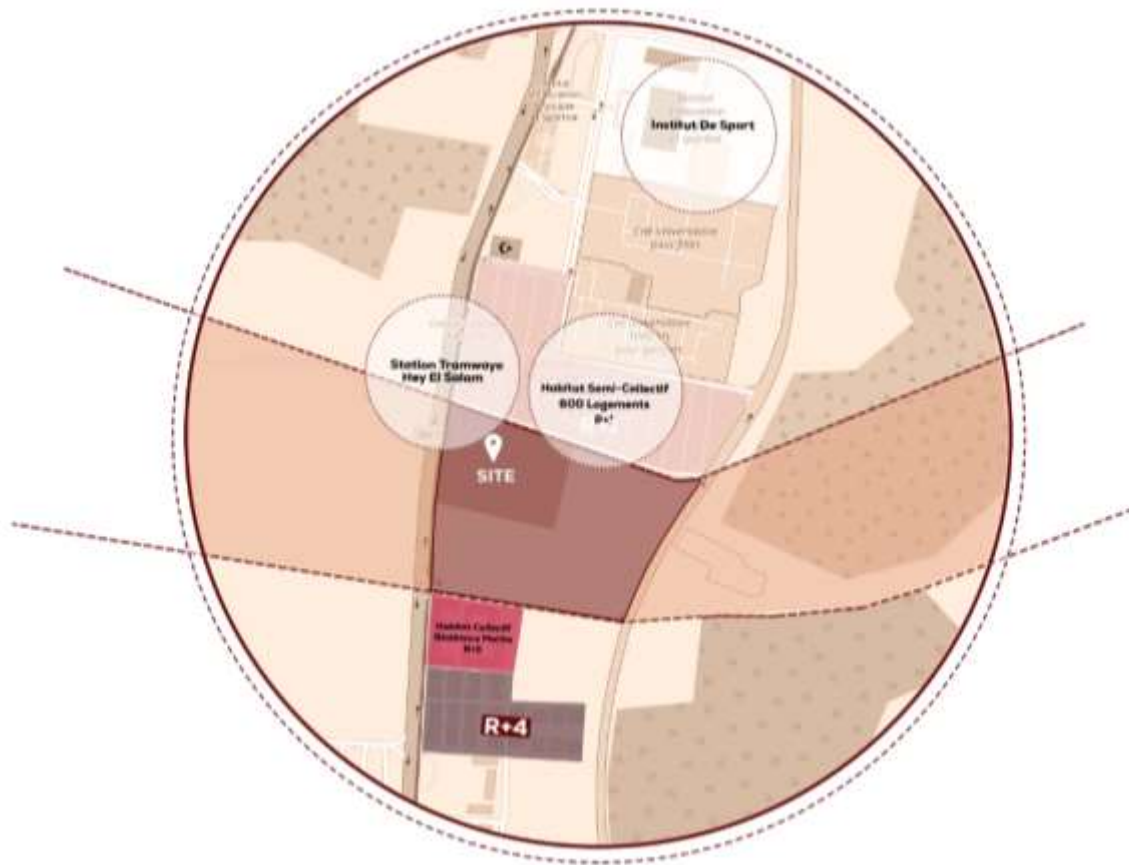


Figure57 : Points de repère (Source : Auteurs)

5.5 Morphologie du terrain :

La morphologie du terrain présente une légère pente avec des variations d'élévation entre 299 ft et 303 ft, indiquant une topographie globalement stable.

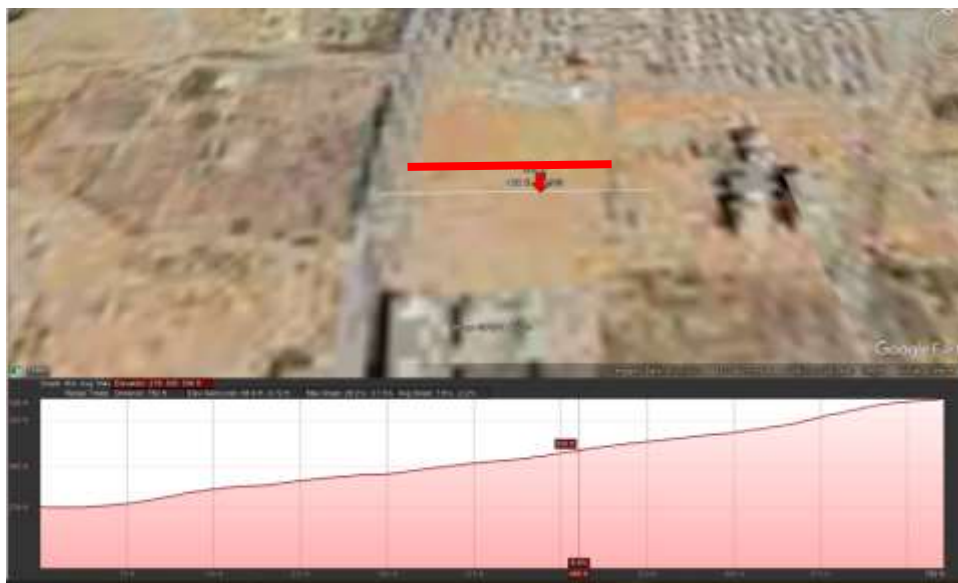


Figure58 : Coupe vertical de site (Source : Auteurs)



Figure59 : Coupe horizontale de site (Source : Auteurs)

La forme du terrain est régulière de forme rectangulaire, ses dimensions sont :avec une surface de12000 m².

5.6 Etude de contexte naturel du site :

Le site bénéficie d'une bonne ventilation et l'ensoleillement naturelle, Une conception optimisée permettra d'améliorer le confort thermique et de réduire la consommation énergétique du projet.

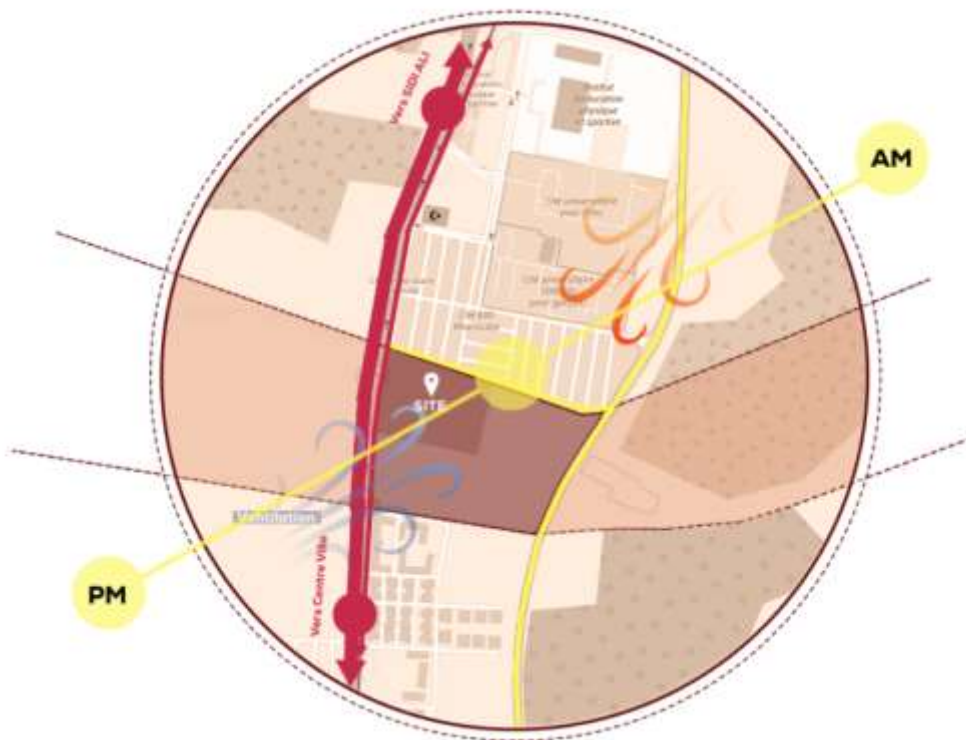


Figure60 : Accessibilité et L'ensoleillement et Ventilation de terrain (Source : Auteurs)

Synthèse :

Le site étudié présente des caractéristiques stratégiques favorables à l'implantation du projet envisagé, tant sur les plans topographique, urbanistique que socioculturel.

- **Accessibilité optimale** : Le terrain est dégagé, ouvert et bénéficie d'une accessibilité aisée par plusieurs voies, facilitant les flux et la connectivité avec les quartiers environnants.
- **Statut foncier avantageux** : Appartenant au domaine public, le terrain offre une sécurité juridique et administrative, simplifiant les démarches d'implantation et réduisant les délais de réalisation.
- **Conditions géotechniques favorables** : Les caractéristiques du sol sont compatibles avec les exigences techniques de la construction, limitant les contraintes liées aux fondations et aux infrastructures.
- **Intégration environnementale** : L'ouverture du site sur son environnement immédiat permet une insertion harmonieuse du projet dans le tissu urbain existant, favorisant les interactions sociales et l'appropriation par les usagers.
- **Dimension éducative et socioculturelle**: La présence de deux établissements scolaires à proximité confère au site un potentiel éducatif et culturel, propice au développement d'activités complémentaires et à la création de synergies avec les institutions locales.

Ces éléments combinés font de ce site un emplacement stratégique, répondant aux exigences fonctionnelles, techniques et sociales du projet, tout en s'inscrivant dans une logique de développement urbain durable et intégré.

CHAPITRE 6 :

Genèse et

développement du

projet

Introduction :

Après avoir analysé notre contexte et notre site, et compris notre thème ainsi que le fonctionnement des établissements préscolaires, nous abordons maintenant l'étape principale de notre recherche : la projection de notre projet architectural. Ce projet doit assurer une intégration harmonieuse avec son environnement d'une part, et établir une relation cohérente entre la forme, la fonction, l'espace et la structure d'autre part.

5.3 Programme générale :

Nous avons conçu un programme avec une attention particulière à sa rentabilité, en veillant à ce qu'il génère des bénéfices tout au long de l'année.

Tableau11 : Programme proposer pour l'établissement(Source :Aoutures)

Secteur	Espace	Unité	Surface
Espaces administratif et communs et les espaces Liées aux personnes	Entrée	1	32 m ²
	hall d'accueil	1	18m ²
	Sanitaire homme et femme	2	13.7m ²
	Bureau de sécurité	1	24.16 m ²
	Réception	1	17.51 m ²
	local poussettes	1	52.16 m ²
	Bureau des nourrices	1	50.16m ²
	Bureau d'enseignantes	1	50.16m ²
	Bureau de directeur	1	45m ²
	Bureau surveillant général	1	42.7 m ²
	Local technique	1	23.16 m ²
	Espace de stockage	2	50.14
	Auditorium	1	190 m ²
	Local ménage	1	5 m ²
Vestiaires	1	5m ²	

	Espace de repos	1	35.5 m ²
espace de soin	Infirmierie	1	45 m ²
	Espace de stockage des produits	1	50.16 m ²
	Salle de soin	1	42 m ²
	Espace d'isolements	1	50.16m ²
	Espace de repos	1	25.5m ²
		1	50 m ²
La petite section de 2 an à 3 ans	salle d'éveil	1	60m ²
	kitchenette	1	35m ²
	salle de sieste	1	57m ²
	espace de changement	1	67 m ²
	Vestiaire	1	30 m ²
	Stockage	1	45 m ²
	Espace de circulation	1	32m ²
	Sanitaire	1	18 m ²
	Buanderie	1	30 m ²
La section moyenne de 3 ans à 4 ans	salle polyvalente	1	49.57 m ²
	salle de sieste	2	95 m ²
	vestiaires	2	45 m ²
	Sanitaires	1	15m ²
	salle de classe numérique	3	45 m ²
	Salle de motricité	1	45 m ²
	espace de circulation	1	30 m ²
	Vestiaire	1	30 m ²

	Buanderie	1	30 m ²
La grande section de 4 ans a 5 ans	salle de classe	3	60 m ²
	salle de sieste	3	70 m ²
	vestiaires	3	50 m ²
	Sanitaires	1	15m ²
	salle de jeux / atelier	1	45 m ²
	Espace de lecture	1	63.5m ²
	salle de jeux d'escalade	1	65 m ²
	Espace musical	1	61.6m ²
	Espace de jeux symbolique	1	40m ²
	Espace de jeux moteurs	1	45m ²
Les espaces extérieures	aires de jeux en jardin	4	450 m ²
	aires de jeux sol souples	2	150 m ²
	jardin de pluie	1	50 m ²
	les dalles cinétiques	1	450 m ²
	stationnements abri vélos	1	50m ²

La surface totale : 7564.26 m²

5.4 Bilan énergétique :

Le bilan énergétique d'un bâtiment à énergie zéro consiste à comparer la consommation énergétique avec la production d'énergie renouvelable. Il faut d'abord estimer la consommation pour le chauffage, l'éclairage, et les appareils, puis évaluer la production d'énergie via des systèmes comme les panneaux photovoltaïques. L'objectif est que la production d'énergie soit égale ou supérieure à la consommation annuelle, en incluant les apports naturels comme la chaleur solaire passive et la ventilation

Voici les étapes clés pour calculer le bilan énergétique d'un bâtiment 0 énergie :

Tableau 12 : consommation d'énergie d'espaces communs et les espaces Liées aux personnes

Secteur									
espaces communs et les espaces Liées aux personnes			Les appareils			Puissance utile (kW)	Temps d'utilisation (h)	Energie consommée (kWh)	Energie consommée / pièces (kWh)
Espace	Unit é	Surface	Type	Puissance unitaire (kW)	Nbre				
Entrée	1	32m ²	Lampe LED	0.012	6	0.192	10	1.92	48.379
hall d'accueil	1	18m ²	Ordinateur	0.150	1	0.150	6	0.9	
			Lampe LED	0.012	6	0.108	10	1.08	
Sanitaire homme et femme	2	13.7m ²	Lampe LED	0.009	7	0.192	10	1.92	
Bureau de sécurité	1	24.16m ²	Lampe LED	0.012	10	0.242	10	2.42	
			Ordinateur	0.150	1	0.150	8	1.2	
Réception	1	17.51m ²	Lampe LED	0.012	10	0.175	10	1.75	
			Ordinateur	0.150	1	0.150	8	1.2	
local poussettes	1	52.16m ²	Lampe LED	0.009	7	0.365	4	1.46	
Bureau des nourrisés	1	50.16m ²	Lampe LED	0.012	10	0.502	10	5.02	
			Ordinateur	0.150	1	0.150	8	1.2	
Bureau d'enseignantes	1	50.16m ²	Lampe LED	0.012	10	0.502	10	5.02	
			Ordinateur	0.150	1	0.150	8	1.2	
Bureau de directeur	1	45m ²	Lampe LED	0.012	10	0.450	10	4.50	
			Ordinateur	0.150	1	0.150	8	1.20	
Bureau surveillant général	1	42.7m ²	Lampe LED	0.012	10	0.427	10	4.27	
			Ordinateur	0.150	1	0.150	8	1.20	
Local technique	1	23.16m ²	Lampe LED	0.009	7	0.162	2	0.324	
Espace de stockage	2	50.14m ²	Lampe LED	0.009	7	0.702	2	1.404	
Auditorium	1	190m ²	Data show	0.350	1	1.900	4	7.6	
			Lampe LED	0.012	10	0.012	2	0.024	
			Ordinateur	0.150	2	0.035	2	0.07	
Local ménage	1	25m ²	Lampe LED	0.009	5	0.035	5	0.175	
Vestiaires	1	25m ²	Lampe LED	0.009	5	0.178	5	0.89	
Espace de repos	1	35.5m ²	Lampe	0.012	6	0.072	6	0.432	

			LED						
--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--

Tableau 13 : consommation d'énergie d'espace de soin

Secteur			Les appareils						
espace de soin			Type	Puissance unitaire (kW)	Nbre	Puissance utile (kW)	Temps d'utilisation (h)	Energie consommée (kWh)	Energie consommée / pièces (kWh)
Infirmierie	1	45	Lampe LED	0.012	8	0.096	6	0.057	6.24
			les prises	0.300	3	0.9	6	5.4	
Espace de stockage des produits	1	50.16	Lampe LED	0.009	7	0.063	2	0.126	
Salle de soin	1	42	Lampe LED	0.009	10	0.09	6	0.057	
			les prises	0.300	3	0.9	6	5.4	
Espace d'isolements	1	50.16	Lampe LED	0.012	8	0.096	6	0.057	
Espace de repos	1	25.5	Lampe LED	0.012	5	0.06	10	0.6	

Tableau 14 : consommation d'énergie d'espace gastronomique

Secteur									
Espace gastronomique			Les appareils			Puissance utile (kW)	Temps d'utilisation (h)	Energie consommée (kWh)	Energie consommée \ pièces
Espace	Unité	Surface	Type	Puissance unitaire (kW)	Nombre				
Préparation	1	298	Lampe LED	0.012	35	0.176	6	1.056	22.94 4
			Réfrigérateur	0.100	2	0.2	24	4.8	
Stockage	1	61	Lampe LED	0.009	16	0.144	2	0.288	
Chambre froide	1	30.5	Réfrigérateur	0.500	1	0.5	24	12	
Cafétéria	1	118	Lampe LED	0.012	25	0.3	10	3	
Réfectoire	1	180	Lampe LED	0.012	25	0.3	6	1.8	

Tableau 15 : consommation d'énergie de Logement de fonction

Secteur									
Logement de fonction			Les appareils			Puissance utile (kW)	Temps d'utilisation (h)	Energie consommée (kWh)	Energie consommée \ pièces (kWh)
Espace	Unité	Surface	Type	Puissance unitaire (kW)	Nombre				
Chambre	5	210	Lampe LED	0.012	25	0.3	15	4.5	14.712
Cuisine	1	51	Lampe LED	0.012	14	0.168	15	2.52	
			Réfrigérateur	0.100	1	0.1	24	2.4	
Sanitaire	1	18	Lampe LED	0.009	4	0.036	15	0.54	
Espace de travail	1	23	Lampe LED	0.012	19	0.228	15	3.42	
			Ordinateur	0.150	1	0.15	6	0.9	

Tableau 16 : consommation d'énergie de petite section de 2 ans à 3 ans

Secteur									
La petite section de 2 ans à 3 ans			Les appareils			Puissance utile (kW)	Temps d'utilisation (h)	Energie consommée (kWh)	Energie consommée / pièces (kWh)
Espace	Unité	Surface	Type	Puissance unitaire (kW)	Nombre				
salle d'éveil	1	60	Lampe LED	0.012	10	0.12	10	1.2	6.247
kitchenette	1	35	Lampe LED	0.012	8	0.144	8	1.152	
			Réfrigérateur	0.100	1	0.1	24	1	
salle de sieste	1	57	Lampe LED	0.012	9	0.06	4	0.24	
espace de changement	1	67	Lampe LED	0.009	7	0.063	8	0.504	
Vestiaire	1	30	Lampe LED	0.009	7	0.063	5	0.315	
Stockage	1	45	Lampe LED	0.009	7	0.063	2	0.126	
Espace de circulation	1	32	Lampe LED	0.012	6	0.072	8	0.576	
Sanitaire	1	18	Lampe LED	0.009	7	0.063	10	0.63	
Binderie	1	30	Lampe LED	0.009	7	0.063	8	0.504	

Tableau 17 : consommation d'énergie de grande section de 4 ans à 5 ans

Secteur			Les appareils						
La grande section de 4 ans à 5 ans			Type	Puissance unitaire (kW)	Nombre	Puissance utile (kW)	Temps d'utilisation (h)	Energie consommée (kWh)	Energie consommée / pièces (kWh)
Espace	Unité	Surface							
salle de classe	3	60	Lampe LED	0.012	45 (15chaque unité)	0.54	10	5.4	46.578
			Ordinateur	0.150	2	0.3	8	2.4	
salle de sieste	3	70	Lampe LED	0.012	60 (20chaque unité)	7.2	4	28.8	
vestiaires	3	50	Lampe LED	0.009	18(6 chaque unité)	0.162	5	0.810	
Sanitaires	1	15	Lampe LED	0.009	8	0.072	10	0.72	
salle de jeux / atelier	1	45	Lampe LED	0.012	12	0.144	8	1.152	
Espace de lecture	1	63.5	Lampe LED	0.012	16	0.192	10	1.92	
salle de jeux d'escalade	1	65	Lampe LED	0.012	18	0.216	8	1.728	
Espace musical	1	61.6	Lampe LED	0.012	16	0.192	8	1.536	
Espace de jeux symbolique	1	40	Lampe LED	0.012	10	0.12	8	0.96	
Espace de jeux moteurs	1	45	Lampe LED	0.012	12	0.144	8	1.152	

Tableau 18 : Consommation d'énergie dans le bâtiment (Source : Auteurs)

Les espaces	énergie consommée (kWh)	énergie consommée total (kWh)	Temps d'utilisation jour	énergie consommée annuel
espaces communs et les espaces Liés aux personnes	48.379	93,192	161	15003.912
espace de soin	6.24			
Espace gastronomique	22.944			
Logement de fonction	14.712			
La petite section de 2 ans à 3 ans	6.247			
La grande section de 4 ans à 5 ans	46.578			

Tableau 19 : Production l'énergie de Panneau solaire (Source : Auteurs)

	Numéro	Puissances W	le rayonnement solaire annuel kWh/m ²	Efficacité du système	Production d'énergie kWh	Production d'énergie annuelle
Panneau solaire	80	300	5.46	20 %	4.914	10565.92

*

Tableau 20 : Production l'énergie des dalles cinétiques (Source : Auteurs)

les dalles cinétiques	Puissance (kWh)	Nombre	d'utilisation quotidienne (heures)	Efficacité du système	Production d'énergie (kWh)	Production d'énergie annuelle
les dalles cinétiques	0.005	1500	6	10 %	4.5	724.45

Tableau 21 : Produire d'énergie de jouet (Source : Auteurs)

Les Jouets		Puissance(kWh)	Nombre	d'utilisation quotidienne (heures)	Production d'énergie (kWh)	Production d'énergies totales (kWh)	Production d'énergie annuelle
Sols piézoélectriques		0.007	6	2	0.084	6.864	2205.104
Jouets générateurs d'énergie	Petits jouets	0.005	6	3	0.09		
	Jouets type balançoire	0.02	5	3	0.03		
	Jouets à inertie	0.005	4	3	0.06		
Toboggans générateurs d'énergie		0.04	10	3	1.20		
Vélos générateurs d'énergie		0.06	30	3	5.40		

Tableau 22 : Ventilation Natural (Source : Auteurs)

Les espaces	Nombre fenêtres	Surface fenêtres (m ²)	Vitesse de moyenne de vent km /h	Production d'énergie (kWh)	Production d'énergies totales (kWh)	Production d'énergie
espaces communs et les espaces Liés aux personnes	28	28	20	0.56	2,22	557,42
La petite section de 3 mois a 15 mois	30	30		0.6		
La section moyenne de 15 mois a 3 ans	18	18		0.36		
La grande section de 3 ans a 6 ans	35	35		0.7		

Tableau 23 : L'éclairage naturel (Source : Auteurs)

Les espaces	Surface fenêtres (m ²)	Facteur de transmission lumineuse des vitrages	Facteur de lumière du	le rayonnement solaire annuel kWh/m ²	Production d'énergies totales (kWh)	Production d'énergies totales (kWh)	Production d'énergie annuelle
espaces communs et les espaces Liées aux personnes	28	0,5	0.0 2	5.46	1.52	6,0518	1074,33
La petite section de 3 mois a 15 mois	30	0,5	0.0 2	5.46	1.638		
La section moyenne de 15 mois a 3 ans	18	0,5	0.0 2	5.46	0.9828		
La grande section de 3 ans a 6 ans	35	0,5	0.0 2	5.46	1.911		

Tableau 24 : Bilan énergétique (Source : Auteurs)

■	+																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Consommation d'énergie</th> <th style="width: 50%;">Consommation d'énergie annuelle</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Consommation d'énergie dans le bâtiment</td> <td style="text-align: center;">15003.912</td> </tr> </tbody> </table>	Consommation d'énergie	Consommation d'énergie annuelle	Consommation d'énergie dans le bâtiment	15003.912	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Production l'énergie</th> <th style="width: 50%;">Production d'énergie annuelle</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Production l'énergie des dalles cinétiques</td> <td style="text-align: center;">724.45</td> </tr> <tr> <td>Produire d'énergie de jouet</td> <td style="text-align: center;">2205.104</td> </tr> <tr> <td>Production l'énergie de Panneau solaire</td> <td style="text-align: center;">10565.92</td> </tr> <tr> <td>L'éclairage naturel</td> <td style="text-align: center;">1074,33</td> </tr> <tr> <td>Ventilation Natural</td> <td style="text-align: center;">557,42</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Totale : 15007,224</td> </tr> </tbody> </table>	Production l'énergie	Production d'énergie annuelle	Production l'énergie des dalles cinétiques	724.45	Produire d'énergie de jouet	2205.104	Production l'énergie de Panneau solaire	10565.92	L'éclairage naturel	1074,33	Ventilation Natural	557,42	Totale : 15007,224	
Consommation d'énergie	Consommation d'énergie annuelle																		
Consommation d'énergie dans le bâtiment	15003.912																		
Production l'énergie	Production d'énergie annuelle																		
Production l'énergie des dalles cinétiques	724.45																		
Produire d'énergie de jouet	2205.104																		
Production l'énergie de Panneau solaire	10565.92																		
L'éclairage naturel	1074,33																		
Ventilation Natural	557,42																		
Totale : 15007,224																			

Production l'énergie ≥ Consommation d'énergie

Bilan énergétique = Production l'énergie ≥ Consommation d'énergie

Le bilan énergétique est calculé selon l'équation :

Bilan énergétique = Production d'énergie ≥ Consommation d'énergie. Ici, la production d'énergie est de 15 007,22 KWh tandis que la consommation est de 15 003,91 KWh. Ainsi, le bâtiment respecte le critère d'énergie zéro, avec une production légèrement supérieure à la consommation.

6.3 Schéma de principe :

Pour arriver à une composition homogène et cohérente dans ses moindres détails, répondant aux exigences du bien-être des enfants en respectant notre site d'implantation avec toutes ses particularités, notre schéma de principe a du traversé plusieurs étapes avant d'aboutir au résultat voulu.

Le fruit de ce schéma que nous avons proposé est une structure pédagogique préscolaire qui offre des espaces d'accueil et de garde pour des enfants de 2 ans à six ans en lui permettant de grandir et de s'épanouir dans une ambiance sécurisée et conçue pour leur bien-être.

Le schéma de principe a été élaboré en respectant les points suivants:

- La topographie du terrain
- Les lignes fortes

- L'accessibilité
- L'orientation.

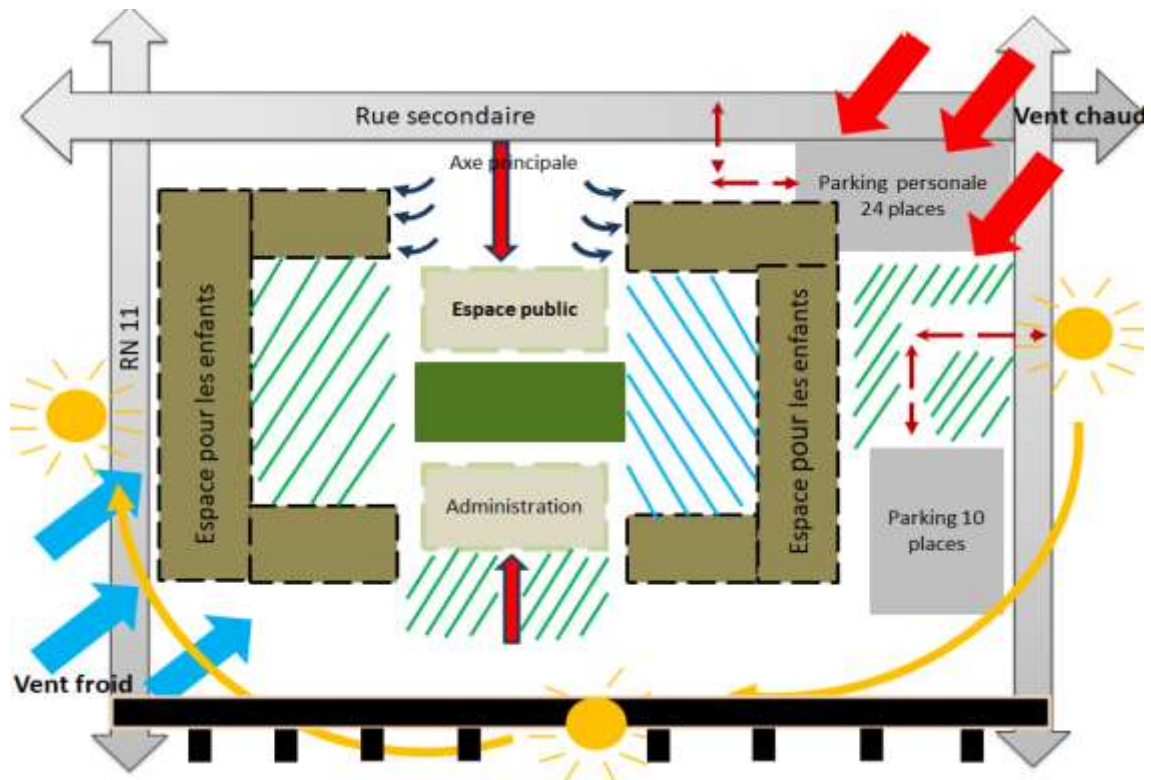


Figure61 : Schéma de principe (Source : Auteurs)

Le choix de l'accès principal du projet :

La circulation mécanique doit être conçue de la sorte qu'elle ne franchisse pas la périphérie du projet pour ne pas déranger la fluidité des enfants à l'intérieur du projet, aussi l'accès au projet ne doit pas perturber d'aucune manière le flux extérieur, pour cela et pour le bon fonctionnement du projet, l'accès principal de notre projet se fait du côté de la route principale.

6.4 Idée conceptuelle :

L'utilisation des formes fluides dans la conception volumétrique d'une crèche répond à la fois à des enjeux fonctionnels, sensoriels et symboliques, en parfaite adéquation avec les besoins spécifiques de la petite enfance

La forme du jeu de huit, avec ses courbes continues et sa structure en boucle, a inspiré la conception architecturale de cet établissement préscolaire. Cette géométrie fluide et dynamique permet non seulement une circulation intuitive et ludique des enfants, mais crée aussi une organisation spatiale organique, propice à l'exploration et à la découverte. En reprenant cette forme, l'architecture devient elle-même un prolongement du jeu, incitant à la mobilité, à l'interaction et à la curiosité.

Les toitures inclinées, intégrées dans les courbes du volume, servent de terrasses techniques pour capter l'énergie solaire. Cette inclinaison optimise l'orientation des panneaux photovoltaïques selon la trajectoire du soleil, favorisant une production énergétique maximale. De plus, certaines parties des toitures accueillent de petites éoliennes verticales, adaptées à l'échelle du bâtiment et aux vents locaux, afin de diversifier les sources d'énergie renouvelable.



Figure62 : Inspiration principale de formes de projet (Source : Auteurs)

Nous avons deux formes de jeu de huit et nous les avons combinées l'une avec l'autre et enlevé une forme pour obtenir 3 formes attachées l'une à l'autre et au milieu d'elles se sont des espaces non fermés

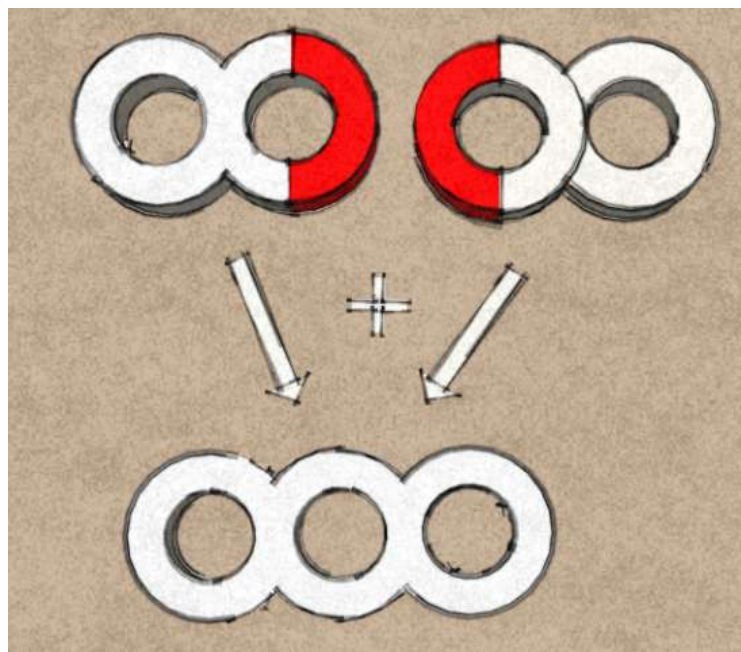


Figure63 : Développement de concept de la formes de projet (Source : Auteurs)

- Le projet s'appuie sur une volumétrie fluide inspirée du jeu de huit, dont les formes en boucle évoquent la continuité, le mouvement et la douceur — des notions parfaitement adaptées à l'univers préscolaire. Deux modules "8" ont été combinés, puis modifiés en soustrayant une des boucles pour aboutir à une configuration de trois volumes circulaires interconnectés. Cette opération génère des espaces intermédiaires ouverts qui deviennent des zones de respiration et d'interaction : patios, espaces de jeux extérieurs ou lieux de transition naturelle entre intérieur et extérieur.
- Les espaces rouges présents dans le schéma représentent des terrasses accessibles, positionnées stratégiquement au sommet des volumes. Ces terrasses remplissent une double fonction :
 - Fonction pédagogique : elles offrent des espaces d'activités extérieures en hauteur, protégés et sécurisés, stimulant l'exploration et la découverte, avec des vues panoramiques sur l'environnement.
 - Fonction énergétique : ces toits plats ou inclinés accueillent des panneaux solaires photovoltaïques ainsi que de petites éoliennes verticales, permettant une production d'énergie locale. L'inclinaison des toitures est pensée pour optimiser l'exposition solaire, tandis que la disposition des volumes favorise la captation du vent.
- Cette combinaison entre formes ludiques, espaces ouverts et surfaces techniques transforme l'établissement en un écosystème pédagogique, où chaque élément architectural du volume à la toiture contribue à l'apprentissage actif, au confort des usagers et à l'autonomie énergétique du bâtiment.

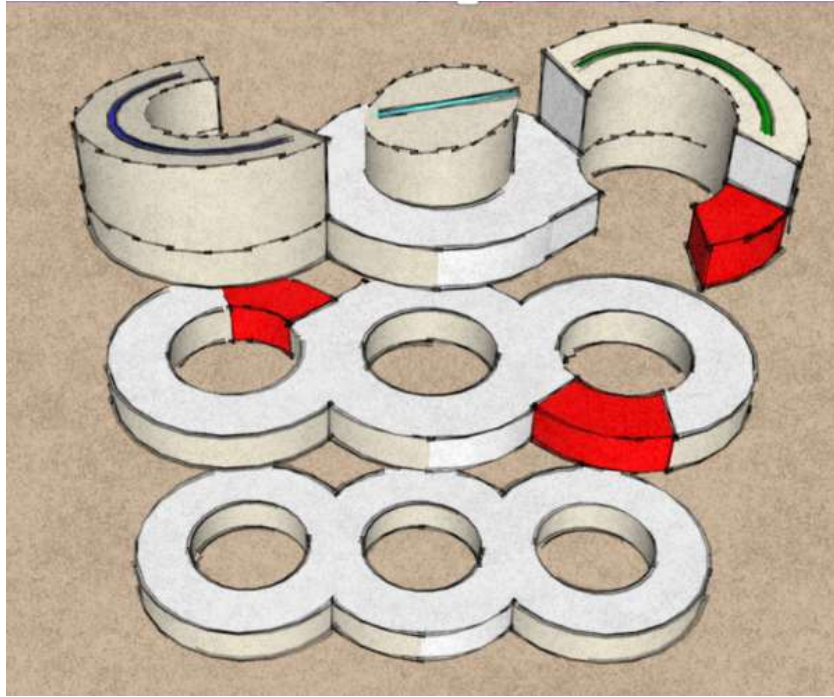


Figure64 : Développement de concept de la formes de projet (Source : Auteurs)

6.5 Diagrammes fonctionnels :

Notre projet qui est un établissement préscolaire, est constitué de plusieurs entités ayant des interactions spatiales et fonctionnelles bien déterminées qui nous a imposés le zoning
 Suivant :

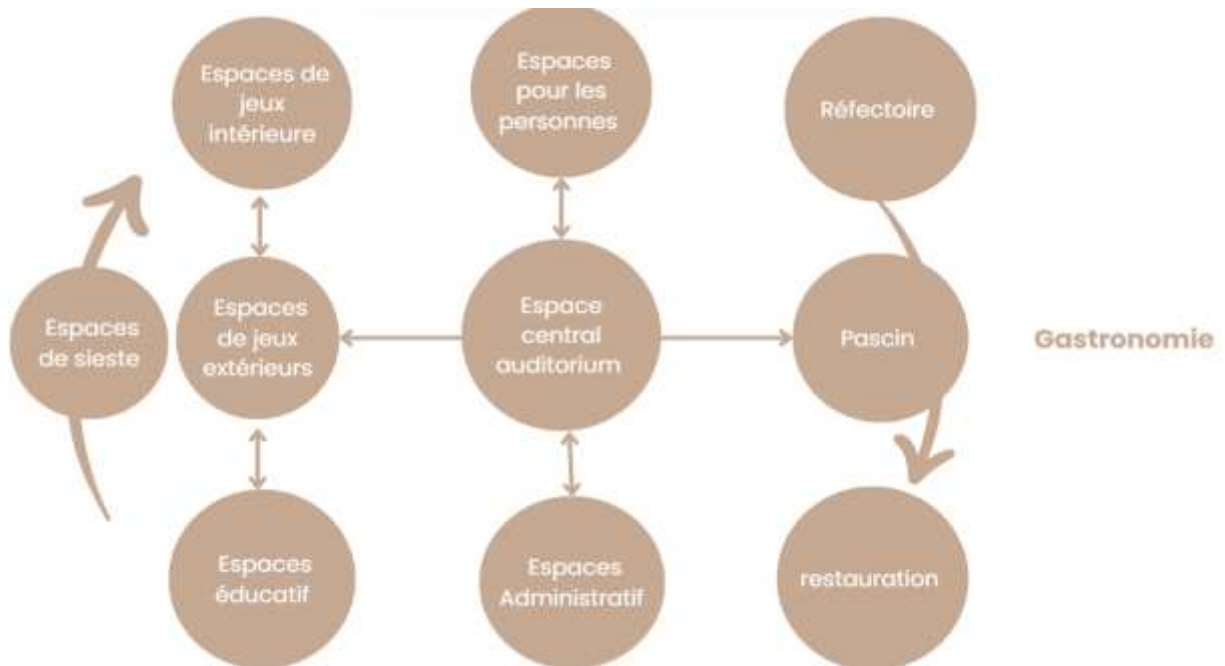


Figure65 : Schéma de l'espace. (Source : Auteurs)

6.6 Genèse du plan de masse :

La configuration de notre plan de masse est le résultat d'une manipulation dans l'espace de toutes les données du projet en tenant compte des spécificités de chaque composante du projet.



Figure66 : Plan de masse. (Source : Auteurs)

6.7 Développement des plans :

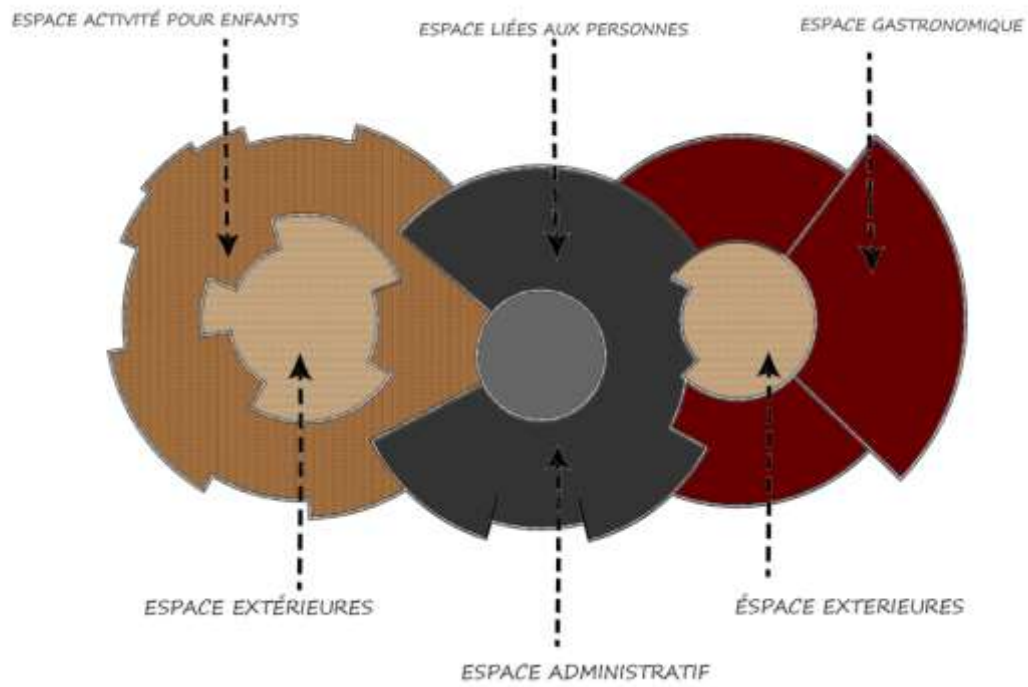


Figure67 : Schéma de plan de rdc (Source : Auteurs)

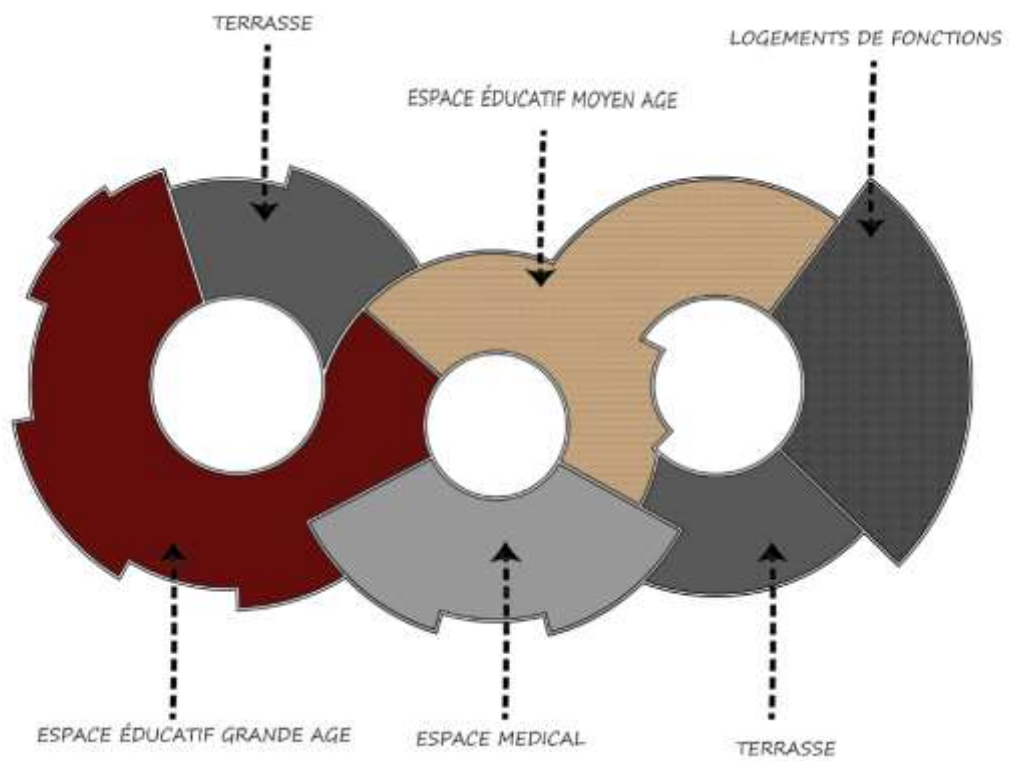


Figure68 : Schéma de plan de r+1 (Source : Auteurs)

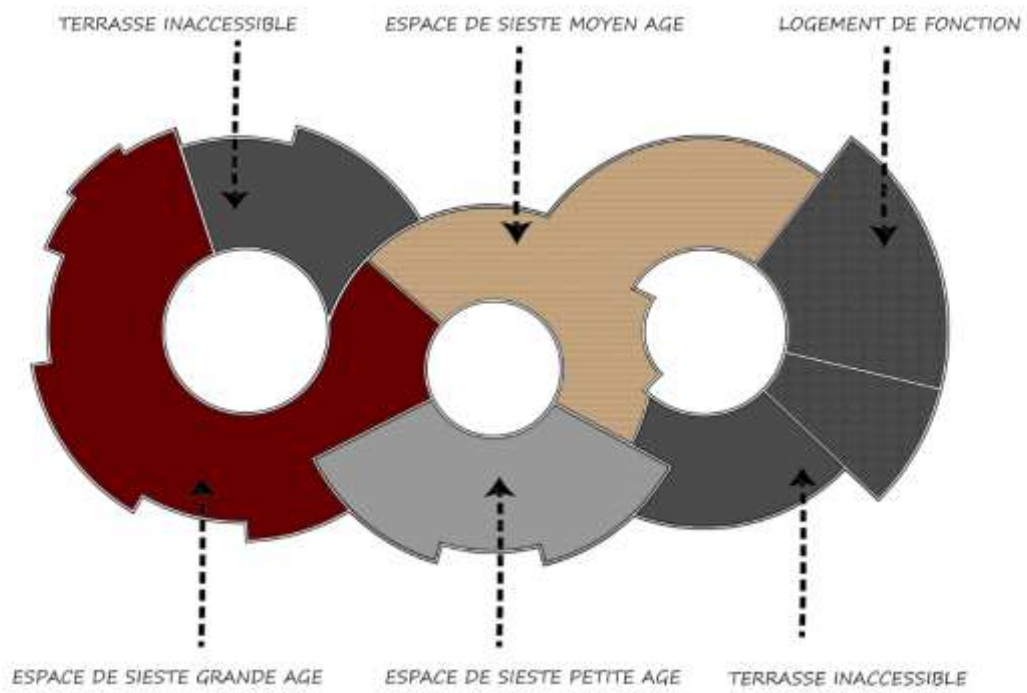


Figure69 : Schéma de plan de r+2 (Source : Auteurs)

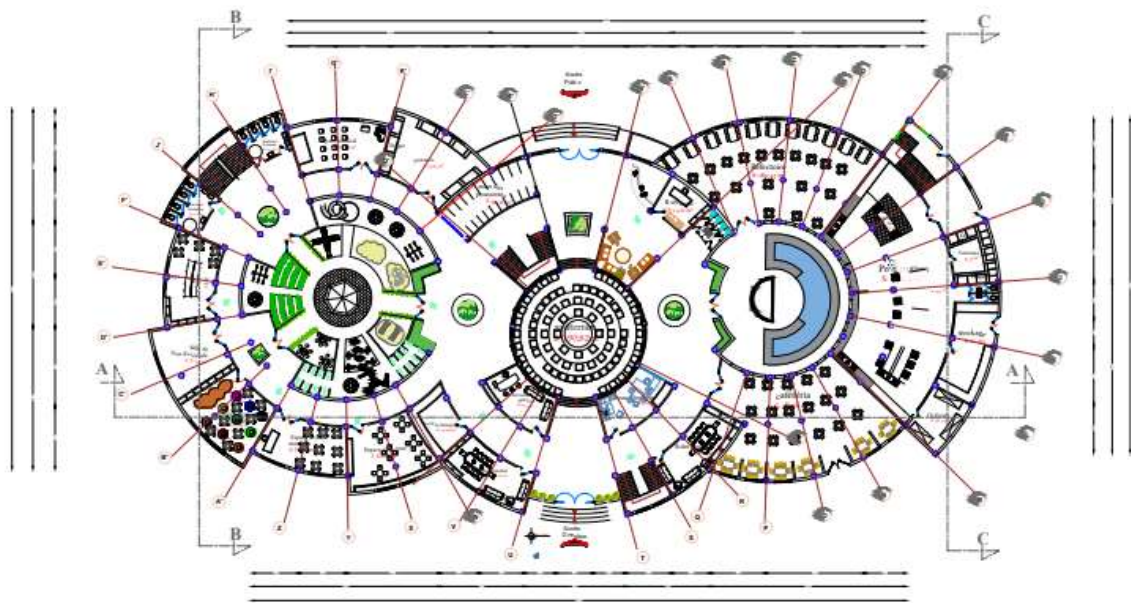


Figure70 : Plan de rdc (Source : Auteurs)

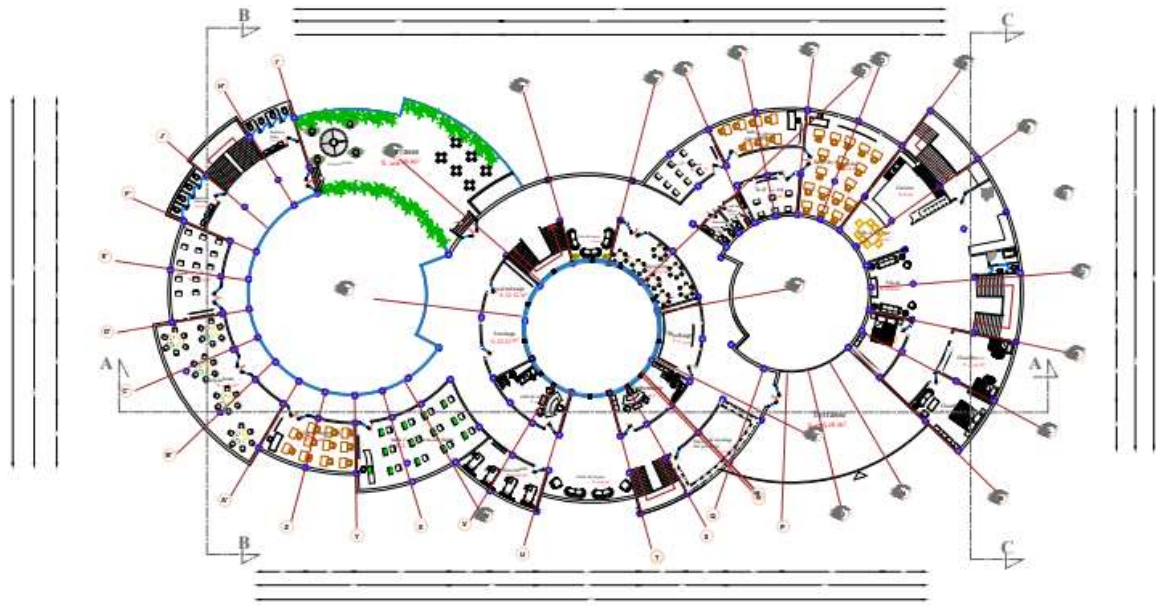


Figure 71 : Plan de premier étage (Source : Auteurs)

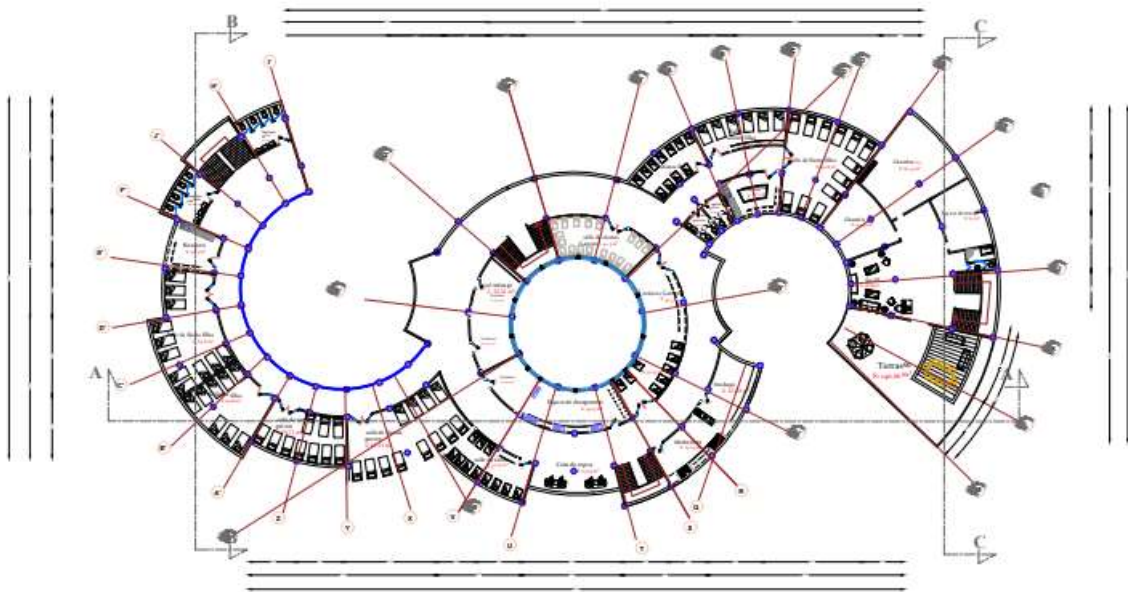


Figure 72 : Plan de deuxième étage (Source : Auteurs)

Z

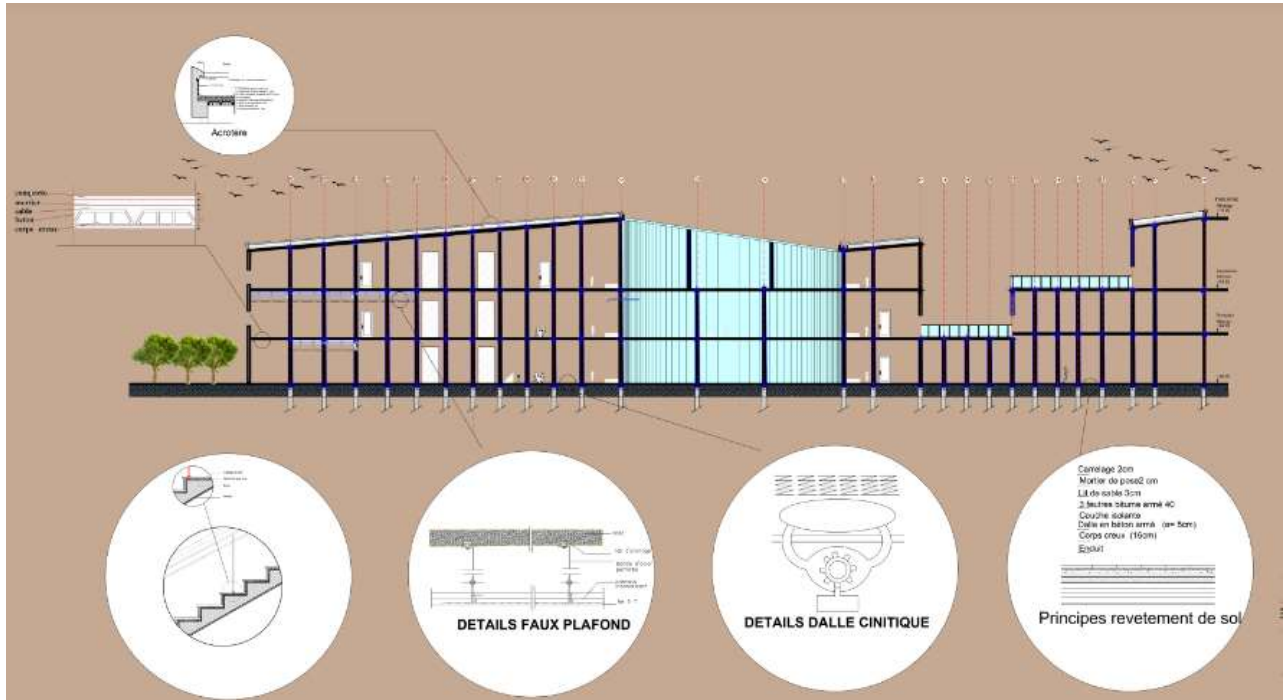


Figure 73 : Coupe AA (Source : Auteurs)

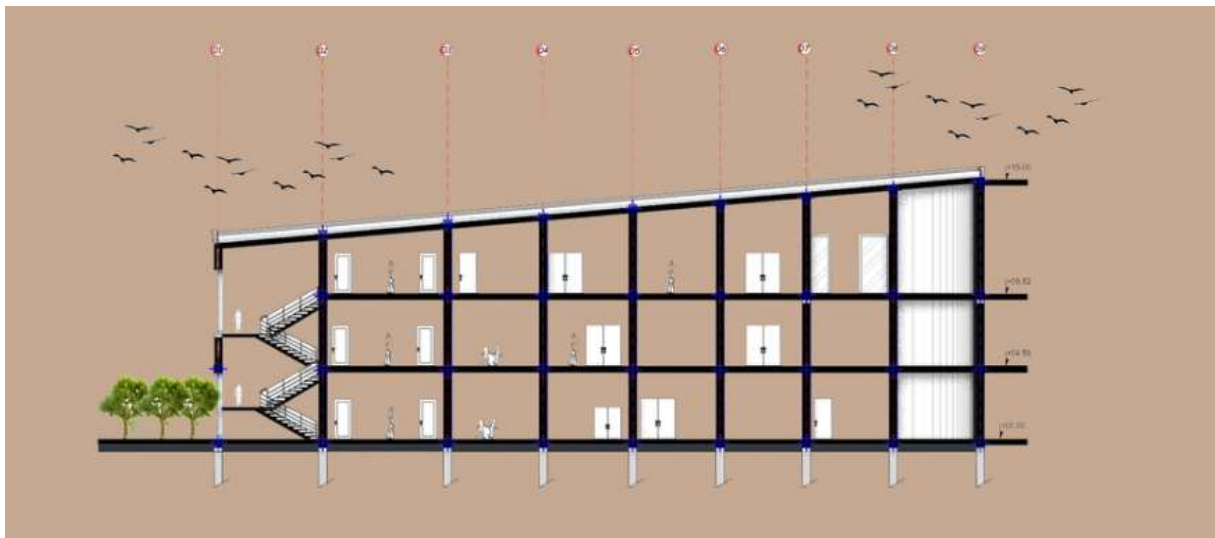


Figure 74 : Coupe BB (Source : Auteurs)

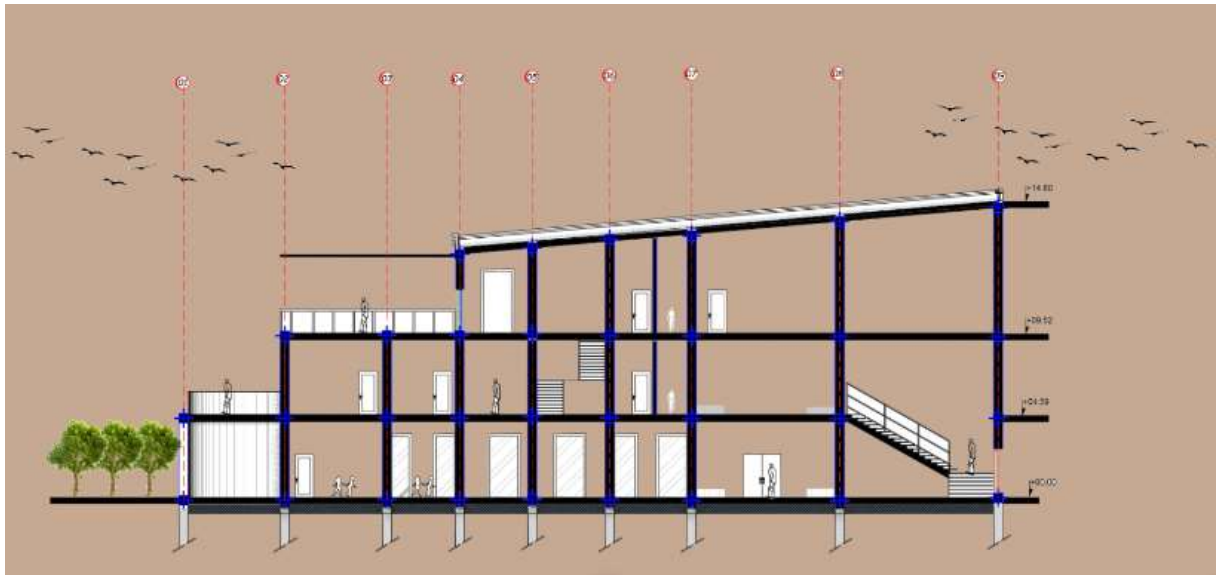


Figure 75 : Coupe CC (Source : Auteurs)



Figure 76 : Façade principal (source : Auteurs)



Figure 77 : Façade secondary (source: Auteurs)



Figure 78 : Façade latérale droite (source : Auteurs)



Figure 79 : façade latérale gauche (source : Auteurs)



Figure 80 : vue du projet(source : Auteurs)



Figure 81 : vue du projet(source : Auteurs)



Figure 82: vue du projet (source : Auteurs)



Figure 83 : vue du projet (source : Auteurs)



Figure 84 : vue du projet (source : Auteurs)



Figure 85 : vue du projet (source : Auteurs)



Figure 86 : vue du projet (source : Auteurs)



Figure 87 : vue du projet (source : Auteurs)



Figure 88 : Brise soleil (source : Auteurs)

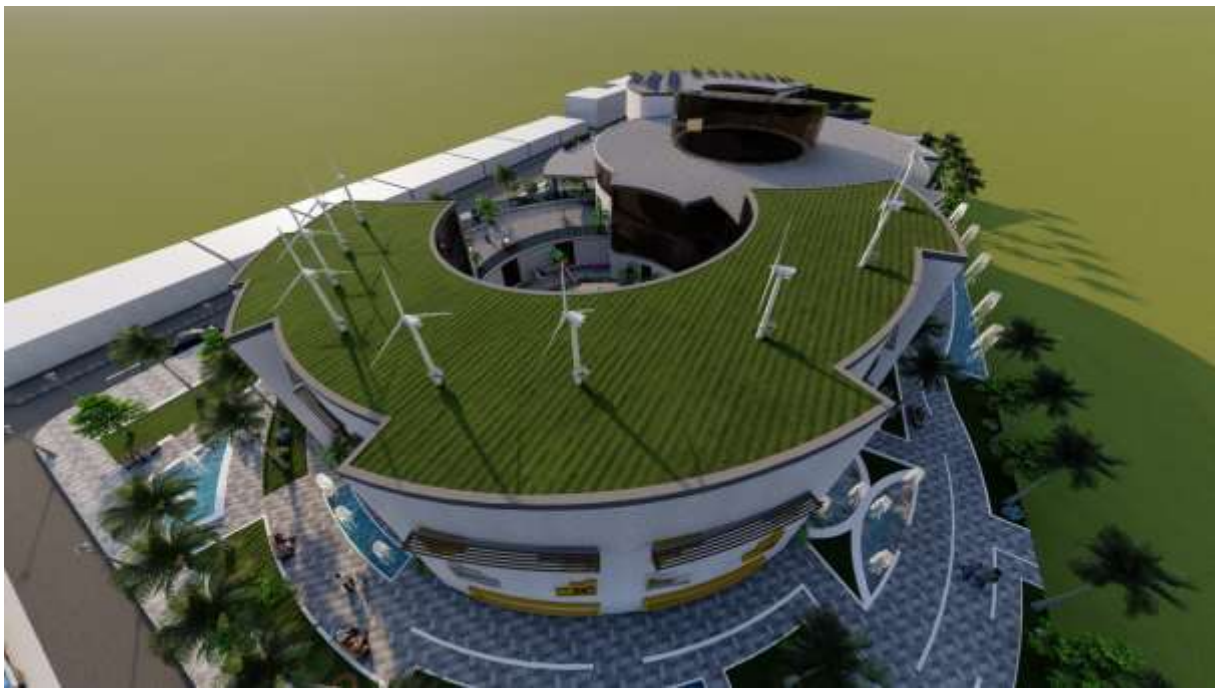


Figure 89 : Petit éolien (source : Auteurs)

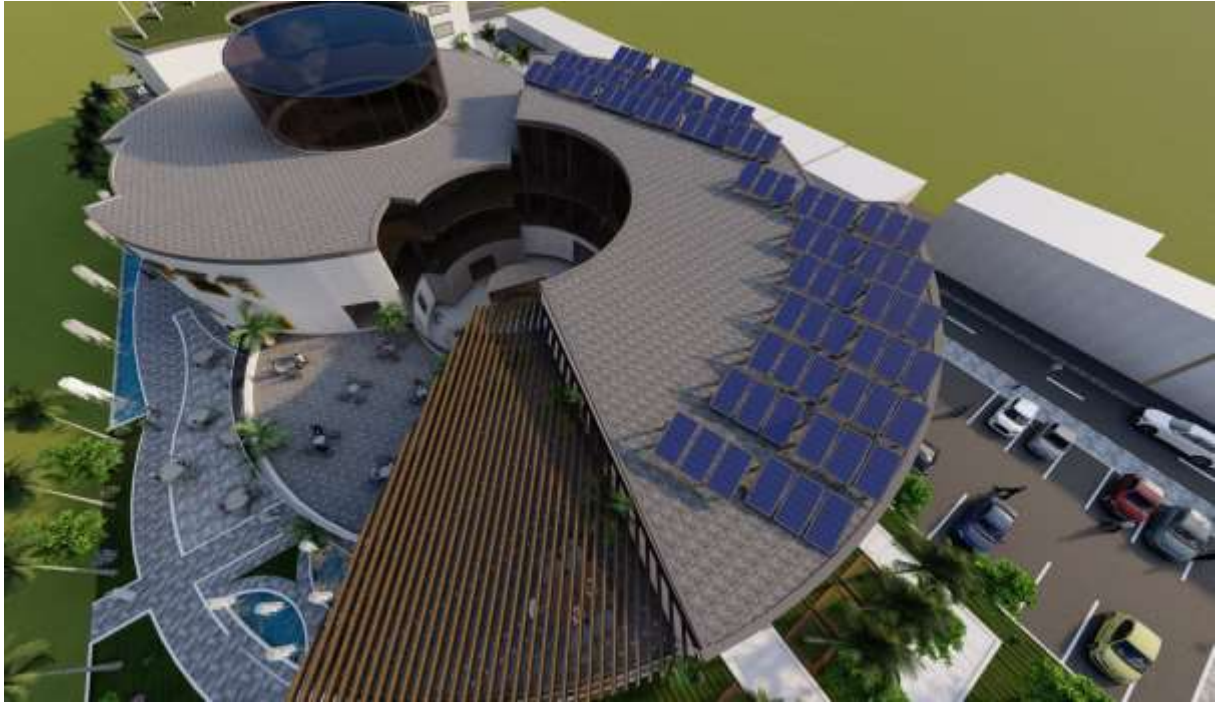


Figure 90 : Panneaux photovoltaïque (source : Auteurs)



Figure 91 : Jardin énergétiques (source : Auteurs)

Conclusion :

Ce projet a été particulièrement formateur, nous permettant d'explorer des domaines complémentaires allant de la psychologie et la sociologie de la petite enfance aux enjeux environnementaux contemporains. En concevant un espace adapté aux enfants de 3 mois à 6 ans, nous avons cherché à créer une structure accueillante, sensible aux besoins de chaque tranche d'âge, et propice à leur développement dans les meilleures conditions possibles.

L'intégration du concept de bâtiment à énergie zéro s'est imposée comme une réponse logique à la forte consommation énergétique des établissements éducatifs. En plus des solutions classiques telles que l'isolation thermique, la performance des équipements, la ventilation et l'usage de matériaux durables, nous avons également exploré des approches innovantes. Parmi elles, l'idée de valoriser le mouvement naturel des enfants – à travers les jeux, les activités physiques ou l'usage de mobiliers interactifs – pour produire une partie de l'énergie nécessaire à la structure. Cette démarche allie ainsi développement moteur, apprentissage actif et contribution à l'autonomie énergétique du bâtiment.

En combinant ces différentes approches, notre projet propose une vision globale et engagée de l'architecture pour la petite enfance, mêlant sensibilité, durabilité et innovation. Nous espérons avoir su répondre aux attentes des différents usagers, tout en apportant une contribution réfléchie aux défis de demain.

Conclusion général :

Ce projet a été l'occasion d'une exploration transversale et approfondie de l'architecture dédiée à la petite enfance, en lien avec les défis contemporains de durabilité et de bien-être. Il en ressort que l'environnement bâti joue un rôle fondamental dans le développement physique, émotionnel, cognitif et social de l'enfant. Pourtant, les espaces qui leur sont destinés sont souvent conçus selon des normes et des usages pensés pour les adultes, sans prise en compte suffisante des besoins spécifiques des enfants, notamment leur besoin de mouvement, de stimulation sensorielle contrôlée, de sécurité affective et de liberté d'exploration. Dans cette optique, le projet que nous avons mené vise à rééquilibrer cette relation inégale en plaçant l'enfant au centre du processus de conception. En adoptant une approche multidisciplinaire croisant l'architecture, la psychologie, la sociologie, l'éducation et l'écologie nous avons cherché à définir des espaces capables de soutenir le développement global de l'enfant, dans toutes ses dimensions. Cela suppose des environnements flexibles, accueillants, intuitifs, favorisant le jeu libre, l'autonomie, les interactions sociales et le lien avec la nature. En parallèle, ce travail a mis en lumière la nécessité impérieuse d'intégrer les questions énergétiques et climatiques dans les projets architecturaux, notamment ceux liés aux établissements éducatifs, souvent énergivores. Le concept de bâtiment à énergie zéro (NZEB) s'est imposé comme une réponse pertinente et responsable, combinant performance thermique, conception bioclimatique, usage de matériaux durables et intégration de sources d'énergie renouvelable. Mais au-delà des solutions techniques classiques, ce mémoire a cherché à innover en proposant des stratégies inédites, dont la plus marquante est sans doute la valorisation du mouvement naturel des enfants comme source d'énergie renouvelable. En exploitant l'énergie cinétique issue de leurs déplacements, jeux et activités quotidiennes – via des dispositifs comme les planchers piézoélectriques, les dynamos intégrées aux jeux ou les mobiliers interactifs – nous avons imaginé un système énergétique interactif, pédagogique et ludique. Ce choix technologique, au-delà de sa fonction énergétique, renforce aussi la relation entre l'enfant et son environnement, en le rendant acteur de la dynamique énergétique du lieu. Ainsi, le projet architectural proposé ne se limite pas à la construction d'un bâtiment : il propose un nouveau modèle éducatif et environnemental, où l'espace devient un outil de développement, d'apprentissage actif et de sensibilisation à la transition écologique. Cette démarche vise à transformer l'école en un écosystème vivant, durable, participatif et pleinement adapté aux enfants de 3 mois à 6 ans. En somme, ce mémoire plaide pour une architecture engagée et humaniste, capable de répondre simultanément aux besoins

fondamentaux de l'enfant et aux exigences écologiques de notre époque. Il ouvre la voie à une nouvelle génération de lieux d'apprentissage, plus justes, plus sensibles et plus durables, où chaque élément, du sol au plafond, contribue à construire un avenir meilleur pour les enfants et pour la planète.

Références bibliographiques :

- Avelar, J. V., Galindo, J. J., & Ramos, J. P. (2012). Swing human powered generator: For the DC house project (Senior Project). California Polytechnic State University, San Luis Obispo.
- ADEME. (s.d.). Petit éolien – Fiche technique [PDF]. Actu Environnement.
- American Psychiatric Association. (2013). Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5e éd.).
- Bowlby, J. (1969). Attachment and loss. Basic Books.
- Baldwin, D. A., & Dunst, C. J. (2004). Space, place, and the development of the child. Environmental Psychology Press.
- Birren, F. (1988). Color psychology and color therapy: A factual study of the influence of color on human life. University Books.
- Bruxelles Environnement. (2018). Le photovoltaïque – module 4 – Facteurs influençant la production [PDF].
- Bora. (s.d.). Creekside Community High School: Zero energy building. Bora.
- Consofutur. (s.d.). Matériaux durables pour la construction. Consofutur.
- Erikson, E. H. (1950). Childhood and society. W. W. Norton & Company.
- Freris, L., & Infield, D. (2021, septembre). Les énergies renouvelables pour la production d'électricité. Dunod.
- Fronhoffs, J. (2019). Installations solaires photovoltaïques. Cenergie.
- Freris, L., & Infield, D. (2021, septembre). Les énergies renouvelables pour la production d'électricité. Dunod.
- Fronhoffs, J. (2019). Installations solaires photovoltaïques. Cenergie.
- G. S., & Schieve, L. A. (2006). Creating autism-friendly spaces. Iptak.
- Gifford, R. (2013). Environmental psychology: Principles and practice (5e éd.). Optimal Books.
- H., B. (2008). Conception de l'environnement pour les enfants autistes. [Éditeur non précisé].
- Hayat, A., & Saeed, A. (2017). Self-energy sustainable playgrounds for children [Conference paper]. Shaheed Zulfiqar Ali Bhutto Institute of Science and Technology.
- Hernandez, T., & Deschamps, S. (2015). L'architecture et le développement des enfants. Presses Universitaires de France.

- IRENA. (2020). Les énergies renouvelables en mer : Une opportunité pour les systèmes énergétiques insulaires et côtiers [PDF]. International Renewable Energy Agency.
- Jean, G. (2008). Les droits de l'enfant à l'école. De Boeck.
- Joffroy, T., Misse, A., Celaire, R., & Rakotomalala, L. (2017). Architecture bioclimatique et efficacité énergétique des bâtiments au Sénégal.
- Kahn, P. H., & Kellert, S. R. (2002). Children and nature: Psychological, sociocultural, and evolutionary investigations. MIT Press.
- Lacan, J. (1966). L'homme et la société. Éditions du Seuil.
- L'équipe Kidea. (2019, 16 octobre). Le blog sur l'aménagement de l'espace enfant. Éditions Kidea.
- Lovegrove, K., & Stein, W. (2012). Concentrating solar power technology. Woodhead Publishing.
- Martin, J., & Bonelli, E. (2023). Playground power source: Final report 2022–2023 (Bachelor's thesis, Worcester Polytechnic Institute). Worcester Polytechnic Institute.
- M., E. (2000). Autism and the environment. Dyken.
- Maison de l'Énergie. (s.d.). Le dancefloor électrique [PDF].
- Minergie. (s.d.). Qualité maximale de la lumière dans le bâtiment. Minergie.
- Multon, B., & Peter, J.-M. (1996). Le stockage de l'énergie électrique. La Revue 3E.I, 59–64.
- Nicolson, M., & West, C. (2018). Designing spaces for autism. Springer.
- Pandian, S. R. (n.d.). A human power conversion system based on children's play. Department of Electrical Engineering and Computer Science, Tulane University.
- Piaget, J. (1972). La psychologie de l'enfant. Presses Universitaires de France.
- Piaget, J. (1962). Play, dreams, and imitation in childhood. W. W. Norton & Company.
- Rhône, F. (2015). Accueil du jeune enfant et de sa famille. Éditions de la CDAJE.
- Réseau Cicle. (s.d.). Chauffe-eaux solaires [PDF]. Réseau Cicle.
- Selim, K. K., Yehia, H. M., & Saleeb, D. A. (2024). Energy harvesting floor tile using piezoelectric patches for low-power applications. Journal of Vibration Engineering & Technologies.
- Shonkoff, J. P., & Phillips, D. A. (2000). From neurons to neighborhoods: The science of early childhood development. National Academy Press.

- Sabry, F. (2022, octobre). Le bâtiment zéro énergie. Un Milliard de Personnes Informées.
 - U.S. Department of Energy. (2015). Biomass basics: The facts about bioenergy [PDF]. U.S. Department of Energy.
 - Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: The development of higher psychological processes. Harvard University Press.
- Vu, B. (2007, 15 février). La maison à énergie zéro. Eyrolles.

Site web :

- WikiArquitectura. (2025). Crèche municipale Els Daus, Cardedeu, Barcelone. Récupéré de <https://fr.wikiarquitectura.com/b%C3%A2timent/creche-municipale-els-daus-acardedeu-%20barcelone/>
- ArchDaily. (2025). [Page d'accueil]. Récupéré de <https://www.archdaily.com/>
- Crèche Lyon. (2025). Aménagement de l'espace en crèche : importance et meilleures pratiques. Récupéré de <https://www.creche-lyon.fr/amenagement-de-lespace-en-creche-importance-et-meilleures-pratiques>
- Gouvernement.fr. (2023). Plan 2023-2027 contre les violences faites aux enfants : 22 actions pour agir. Récupéré de <https://www.info.gouv.fr/actualite/plan-2023-2027-contre-les-violences-faites-aux-enfants-22-actions-pour-agir#:~:text=Le%20plan%202023%2D2027%2C%20qui,les%20diff%C3%A9rentes%20formes%20de%20violences.>
- Ministère des Solidarités et de la Santé. (2015). Guide schémas services familles (juin 2015). Récupéré de https://sante.gouv.fr/IMG/pdf/Guide_schemas_services_familles_-_Integral-juin_2015.pdf
- Beaudouin, A. (2007). Projet étudiant – Organisation d'espaces en crèche [PDF]. Université Laval. Récupéré de https://www.arc.ulaval.ca/files/arc/projetsetudiants/2007/Beaudouin_Annie.pdf
- Crechendo Rencontres. (2023, 3 octobre). L'importance du jeu dans le développement de l'enfant. Récupéré de <https://crechendo-rencontres.com/2023/10/03/limportance-du-jeu-dans-le-developpement-de-lenfan>
- Cartesian. (2025). the Zero Emission Building: A Testing Ground for Thermal Energy Storage and Energy Efficiency. Cartesian. <https://cartesian.no/case-study/zero-emission-building/>

