



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
People's Democratic Republic of Algeria
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministry of Higher Education and Scientific Research
جامعة عبد الحميد ابن باديس مسنغانم
Abdelhamid Ibn Badis University of Mostaganem
كلية العلوم والتكنولوجيا
Faculty of Sciences and Technology
قسم الهندسة المدنية
Department of Civil Engineering



N° d'ordre : M...../GC /2023

Memoire de Master Académique

Filière : Génie Civil

Spécialité : Structure

Utilisation des ossatures en bois combinées à la technique Écodome

Présenté par :

HAMMADI Amina

Présidente : MOSTEFA Fouzia	M.C.B	UMAB Mostaganem
Examineur: BAHAR Sadek	M.C.B	UMAB Mostaganem
Examineur : ZALAMT Yassine	M.C.B	UMAB Mostaganem
Encadrant :BOUHAJEB Kadda	M.A.A	UMAB Mostaganem

Année Universitaire : 2022 / 2023

REMERCIEMENT

Chère famille et chers professeurs,

Par le biais de ce message, je tiens à exprimer ma profonde gratitude pour tout le soutien et l'encouragement que vous m'avez apportés tout au long de mon parcours éducatif. Votre présence et votre bienveillance ont joué

À ma famille, je suis reconnaissante de votre amour inconditionnel, de votre soutien constant et de votre compréhension. Votre présence a été une source de réconfort et de motivation à chaque étape de ma vie. Vous avez toujours cru en moi, m'encourageant à poursuivre mes rêves et à donner le meilleur de moi-même. Vos conseils

À mes professeurs, je tiens à vous remercier du fond

Grâce à vous tous, ma famille et mes professeurs, j'ai acquis

Mes plus sincères remerciements à vous tous.

Avec toute ma gratitude

ملخص

تمثل تقنيات البناء المبنية على Ecodôme بدائل مستدامة وسريعة وغير مكلفة لبناء المساكن الجماعية في ظل الظروف البيئية القاسية مع الموارد الطبيعية المتاحة.

يتمثل نهج هذه الدراسة في تطوير هذه التقنيات من خلال إدخال عوامل تحسينية أخرى مثل اللخس والسيليكون والمطاط الصناعات الطبيعية في هياكلها القديمة من أجل تحسينها.

عناوين البحث: السياحة والصحة

الكلمات المفتاحية: Ecodôm، حماية البيئة، إطار خشبي، سيليكون

Abstract

Construction techniques with the Ecodôme process represent sustainable, fast and inexpensive alternatives for the construction of social housing, emergency shelters and eco-villages with available natural resources.

The approach of this study is to develop this technique by introducing other improvement parameters such as wood, silicone, and synthetic rubber to apply it in several construction sectors such as tourism, commerce and health.

Keywords: Eco-dome, environmental protection, wooden frame, silicone.

Résumé

Les techniques de construction avec le procédé Ecodôme représentent des alternatives durables, rapides et peu coûteuses pour la construction de logements sociaux, d'abris d'urgence et d'éco-villages avec les ressources naturelles disponibles.

La démarche de cette étude est de développer cette technique par l'introduction d'autres paramètres d'amélioration telle que le bois, la silicone, et caoutchouc synthétique pour l'appliquer dans plusieurs secteurs de la construction comme le tourisme, le commerce et la santé.

Mots clé : Eco-dôme, protection de l'environnement , ossature bois, silicone,

Liste des abréviations

[Bois] : Bois - Production du bois

[Éco.] : Économie de la construction - Marchés - Organisation - Qualité – Sécurité

[Fond.] : Fondations

NF DTU 31.2 : le document de référence en France pour la réalisation de maison à ossature bois.

Eurocode 5 : Conception et calcul des structures en bois (EN 1995)

La **RPA** : (Robotic Process Automation)

DTR : document technique réglementaire

Si : Les silicones, ou polysiloxanes,

α : coefficient de dilatations thermique

ΔT : variation de la températures

AWPI

R : Résistance thermique

ΔT : différentiel de températures

Ds : Déperdition surfacique

ELU : Etat limite ultime

ELS : Etat limite de service

PFO : plaquettes forestières ordinaires

REH : rémanents d'éclaircies de résineux

BEP : bois provenant de l'entretien du paysage

L : est la longueur de paroi considérée

Ψ : est le coefficient linéique exprimé en $W/(m \cdot K)$.

e : Epaisseur (m)

S : surface

R : Résistance thermique

U : transition thermique

T_{ext} : températures extérieur

T_{int} : Températures intérieur

ΔT : différentiel de températures

DV : Déperdition volumique

Ds : Déperdition surfacique

DL : Déperdition linéiques

Liste des Tableaux

Le tableau III.1 : représente une comparaison des valeurs du coefficient α	16
Tableau III.2 : Contraintes et modules d'élasticité des essences (modifié après AWPI, 2002)	24
Tableau IV.1 : Les coefficient thermique	31
Tableau IV.2 : Résultats de calculs (Vérifications réglementaires EC3)	38
Tableau IV.3 : Résultats EC3 de portique	39

Liste des Figures

Figure I.1 :Les abris en sacs de terreAvant Première Guerre mondiale(alamyimages.fr)	4
Figure I.2 :Des tranchée en sac de terre (bleuhorizon3)	4
Figure I.3 :L'architecte L'Allemand Frei Otto (ledevoir.com)	5
Figure I.4 : Ecodome réaliser par Gernot Minke	5
Figure I.5 : Earthbag' (planetthoughts)	5
Figure I.6 : Des écodômes pour reloger les sinistrés d'Haïti	5
Figure I.7 :Nader Khalili (permadomia.com)	5
Figure I.8 : 'Earthbag Building' (shop.shelterinstitute)	6
Figure I.9 : L'île d'Ormuz vue avec drone (admagazine.fr)	6
Figure I.10 :la ville colore en L'île d'Ormuz (admagazine.fr)	7
Figure I.11 :lamaisonde Raquel en Espagne (side-ways.net)	7
Figure I.12 :Eco-dôme de Tunisie "Ezzine	7
Figure I.13 :Eco-dôme Maroc	8
Figure I.14 :Eco-dôme Italie	9
Figure II.1 : Fondation peu profonde protégée contre le gel. (Hunter & Kiffmeyer, 2004).	10
Figure II.2 : Détails des variantes de fondation en sacs de terre. (Wojciechowska, 2001).	10
Figure II.3 :Étapespour fondation.	10
Figure II.4 : Compactage de sacs de terre pour structure de mur comprimée (Ross et al., 2013).	11
Figure II.5 : Mise en place des sacs sous forme de rouleau	11
Figure II.6 : fixation du fil de fer barbelé.	12
Figure II.7 : Les ouverture de l'ecodome	12
Figure II.8 : Les toits de l'ecodome	13
Figure II.9 : Couverture murale des murs en ecodome	13
Figure III.1 :Transmission des charge des formes triangulaire	16
Figure III.2 :Matière Première bois	16
Figure III.3 : Remplissage des sac	19
Figure III.4 : Des murs en ecodome	19
Figure III.5 :Des petit sac en polystyrène	20
Figure III.6 :Des sac contenue	20
Figure III.7 :Remplissage des sac contenue	20
Figure III.8 :Les sacs de construction	21
Figure III.9 :Des sac fabriqués à partir de matériaux recyclables	21
Figure III.10 : Des pieux en bois	23

Figure III.11 : Des pieux visse	23
Figure III.12 : Ancrage Des pieux visse	23
Figure III.13 : Fondation en Pneus	26
Figure III.14: Fondation en Pneus	26
Figure III.15: Remplissage Des Pneus	26
Figure IV.1 : Réalisation d'un mur en ecodome	28
Figure IV.2: Etat de fabrication des murs	28
Figure IV.3 : Résultat final des murs	37
Figure IV.4 : Vue en 3D	33
Figure IV.5 :Vue de coupe 1	34
Figure IV.6 :Vue de coupe 2	35
Figure IV.7 :Portique	36
Figure IV.8:Lenouveauportique	38
Figure IV. 9: Plan sketch-up	39
Figure IV.10 : Plan Sketch-up2	40
Figure IV.11: Des plan Sketch-up	40
Figure IV.12:Traitement préservatif	41
Figure IV.13:Application de revêtements de finition	41
Figure IV.14 :Ecrans pare-pluie,	43
Figure IV.15:Enduits d'argile	43
Figure IV.16:Enduits d'argilerevêtement intérieur des murs	44
Figure IV.17:Peintures à base d'argile	44
Figure IV.18:mélange de l'argile	44
Figure IV.19:Les tuiles d'argile	44
Figure IV.20:Le bardage en argile	45
Figure IV.21:briques d'argile	45

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERAL	12
HAPITRE I : Histoire de l'ecodome	
I-1 Historique	15
I-2- Application divers	19
I.2.1 village coloré sur l'île d'Ormuz.....	19
I.2.2.L'éco-maison 'ecodome' de Raquel en Espagne.....	20
I.2.3Eco-dôme de Tunisie "Ezzine".....	20
I.2.4.Ecodome Maroc.....	21
.2.5.Earth-Building Italie.....	21
CHAPITRE II : les étapes générales de construction	
I.1 les étapes générales de construction.....	23
I.1.1 Préparation du site.....	23
I.1.2 Fondation	23
I.1.3 Construction des murs en sacs	25
I.1.4 Ouvertures	27
I.1.5 Toiture.....	28
CHAPITRE III : Etude des murs	
III.1.Introduction.....	31
III.2.Dôme triangulaire	31
III.3. Le Bois	32
III.4.Etude des murs.....	34
III.4.1Les types des sac	35
III.4.1.1.Des petit sac en polystyrène.....	35
III.4.1.2 Des sac contenue.....	35
III.5.Les fondations	36
III.5.1.Pieux en bois	36
III.5.2.Les pieux vissés	38
III.5.3.Fondation en pneus	39
III.5.3.1.Le remplissage des pneus.....	41
Chapitre IV : Étude de l'ossature et mur du nouveau Ecodome	
IV.1.Introduction	42
- IV.1.Etude des murs en ecodome	42
IV.1.1Déperdition volumique	42

IV.1.2.Les déperdition surfacique	44
IV.1.3Déperdition Linéique	45
IV.2Etude de l'Ossature en bois	45
IV.3.1.Les règlements utilisé.....	46
IV.3. 2 La réglementation thermique RT 2012	46
IV.3.3.Justification du portique	48
IV.3.3.1.Description du portique.....	48
IV.3.4.Des plans Sketch up.....	53
IV.4.La protection du bois.....	54
IV.5.Les travaux de revêtement	56
Conclusion	59
Bibliographie	60

Introduction Générale

Le logement est une partie importante de l'industrie de la construction, et les technologies de logement durable ont connu un regain d'intérêt dans les pays développés. L'exploration de techniques telles que les maisons en paille, la construction en bambou et en terre approfondit la compréhension du comportement des matériaux et des pratiques de construction d'aujourd'hui. Ces techniques de construction sont bien adaptées à une application dans les pays en développement pour un certain nombre de raisons.

Tout d'abord, ils sont tous basés sur des matériaux terreux qui ne nécessitent pas de traitement. Cela met beaucoup moins de pression sur l'approvisionnement mondial en énergie et en ressources lors de la construction de maisons. Deuxièmement, ils utilisent des matériaux disponibles localement dans la plupart des régions du monde, ce qui minimise la consommation d'énergie pour le transport. Troisièmement, il s'agit souvent de solutions de faible ou moyenne technologie qui ne nécessitent pas de machines ou d'expertise spécialisées pour la construction et peuvent être construites rapidement par rapport aux technologies de logement traditionnelles.

Parmi les techniques suscitées, les « EarthDomes ou Ecodome » est un développement architectural récent qui offre une solution de logement à faible coût et à faible émission de carbone. une technique de construction écologique économique durable construite en sacs de terre. Cette technique a été développée par l'architecte irano-américain NADER Khalili. Le but était de répondre initialement aux constructions d'urgence (catastrophes naturelles, réfugiés politiques ou climatiques, etc.

Dans les années quatre-vingt, un architecte iranien du nom de Nader Khalili, en collaboration avec des études de la NASA, a développé cette technique constructive pour répondre aux tests du code des tremblements de terre en Californie, répondant également aux exigences de sécurité mondiales. Son système de construction de dômes et de voûtes avec de la terre, des sacs et des barbelés a été breveté et nommé SuperAdobe (Khalili, 1986 ; Minke, 2006).

Cette technique implique l'introduction de terre locale et d'une petite quantité d'adhésif dans le sac, qui est utilisé comme joint pour le coffrage et le matériau de remblai. Les sacs sont empilés pour former les murs de la maison. La technique des sacs de terre utilise des sacs ordinaires pour retenir le sol. L'adhérence et la friction entre les rangées peuvent être améliorées en plaçant du fil de fer barbelé au-dessus de chaque rangée. Lorsque le sac est plein, il est

Introduction générale

légèrement comprimé pour chasser l'air du sac et régulariser la surface de contact. Cela permet la construction de murs et de dômes. La technologie a été largement utilisée dans les situations d'urgence en Afrique et en Amérique du Sud, montrant des avantages dans les propriétés d'isolation acoustique et thermique.

Pour ce travail, il sera question d'une adaptation de la technique ecodome à un pays sismique tel que l'Algérie.

Dans le premier chapitre nous rappelleront l'historique des écodomes et les causes de leur invention

Dans le deuxième, nous évoqueront les principes et les étapes suivies pour la réalisation des écodomes.

Alors pour le troisième chapitre; il sera question de présenter les modifications apportées au processus de réalisation et les matériaux utilisés.

Le quatrième chapitre présentera les calculs réalisés de l'ossature en bois et les murs.

En finale on terminera par une conclusion.

Chapitre I

Généralité sur l'ecodome

Introduction :

La technique écodôme, construction en sacs de terre est basée sur l'utilisation de sacs remplis de terre et du fil de fer barbelé. C'est une méthode économique et nécessite de la main d'œuvre.

Cette technique de construction naturelle a beaucoup évolué depuis son utilisation dans la construction des digues temporaires de lutte contre les inondations. La technique exige des matériaux de construction très simples : sacs solides, remplis avec de la terre et d'autres matériaux inorganiques généralement disponibles sur le site (gravier, ou pierres volcaniques concassées, sable, argile). Les murs sont progressivement mis en place en empilant les sacs en quinconce (comme en maçonnerie).

Historique :

Bien qu'on ne sache pas exactement combien de temps cela a duré, les abris en sacs de terre sont utilisés depuis des décennies, principalement comme abri en temps de guerre. Avant Première Guerre mondiale, l'armée a utilisé des sacs de sable pour construire des bunkers et des barrières de protection.



Figure I.1 : Les abris en sacs de terre Avant Première Guerre mondiale (alamyimages.fr)



Figure I.2 : Des tranchées en sac de terre (bleu horizon3)

D'autres bâtiments ont été étudiés de manière approfondie au cours du siècle dernier et ont progressivement commencé à être acceptés dans le monde entier en tant que solutions viables à la pénurie mondiale de logements. L'architecte Allemand Frei Otto (année 2004) a expérimenté des sacs de terre

Gernot Minke de l'Université de Kassel en Allemagne a expérimenté la technique des sacs remplis de terre dans les années 1970.



Figure I.4: Ecodome réalisé par Gernot Minke

Cette technique est appliquée pour d'autres formes dans des conditions diverses.

L'architecte Joe Kennedy, probablement à l'origine du terme 'Earthbag', a montré que plusieurs types de terres pourraient servir pour le remplissage.



Figure I.5: Earthbag' (planetthoughts)

Kelly Hart a commencé en filmant des structures en sacs de terre, et a continué en innovant avec du plâtre papier-béton et des graviers légers pour le remplissage. Il a commencé à diffuser l'information sur le web et actualise régulièrement un site qui fait référence pour la construction en sacs de terre. K .Hart et Owen Geiger de GRISB (Geiger Institut de Recherche pour la Construction Soutenable) ont encouragé l'adaptation de ce type de construction pour des cultures et des climats différents. Patti Stouter s'est joint à eux pour développer et diffuser les techniques de construction pour des abris, maisons et écoles, nécessaires dans les pays en voie de développement. Ces édifices pour des zones à risque sismique ont souvent des parois droites renforcées.



Figure I.6: Des écodômes pour reloger les sinistrés d'Haïti

Nader Khalili est un architecte irano-américain qui a travaillé sur l'architecture lunaire dans les années 80 et a développé des constructions en sacs de sable, qu'il appelle « Super Adobe ».

Le concept de maison en sacs de terre permet d'utiliser des produits locaux (terre trouvée sur place) et à un coût dérisoire.

Puis, suite à une demande de la NASA, il a élaboré un concept de maison pour les missions spatiales sur la lune, ceci en utilisant le matériau disponible localement : la poussière lunaire.

De la lune à la terre...Olivier

En 2001 Paulina Wojciechowska écrivait le premier livre sur les sacs de terre. Puis Kaki Hunter et Doni Kiffmeyer ont publié 'Earthbag Building'

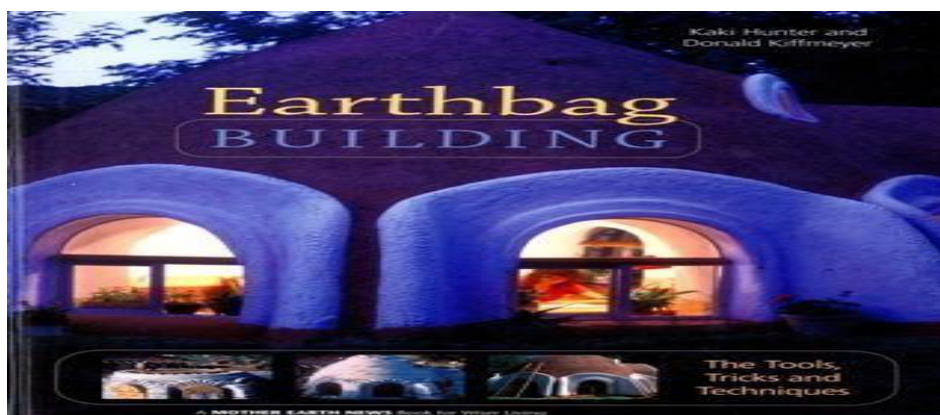


Figure I.7: 'Earthbag Building' 2001

Application divers :

Un magnifique village coloré sur l'île d'Ormuz :

Le village est composé de dômes colorés conçus par ZAV Architects

Pour faire écho à la topographie étonnante de l'île d'Ormuz. L'île d'Ormuz, une île volcanique au paysage coloré et surréaliste, à l'entrée du détroit du même nom, entre le golfe Persique et la mer d'Oman,



Figure I.8 : L'île d'Ormuz vue avec drone (admagazine.fr)



Figure I.9 : la ville colorée en L'île d'Ormuz (admagazine.fr)

1.3.2 L'éco-maison 'Ecodome' de Raquel en Espagne

La maison de Raquel située entre Valence et Barcelone, dans les collines de lac communal d'Aranuel.



Figure I.10 :lamaisonde Raquel en Espagne (side-ways.net)

Eco-dôme de Tunisie "Ezzine" :

Une éco-maison inventée par des architectes appelée « écodôme » ou même « super Adobe » Coupole de l'"Ezzine" : œuvre de l'association "Les Aventuriers pour led éveloppement de Siliana" C'est dans le cadre du projet "Ecotourisme, éléments de développement rural" que le premier éco-dôme de Tunisie "Ezzine" a vu le jour dans le Nord-Ouest



Figure I.11:Eco-dôme de Tunisie "Ezzine"

Ecodome Maroc

Construction des sacs en terre a bens liman Maroc



Figure I.12 :Eco-dôme Maroc

Earth-Building Italie :

Earth-Building construite en 2012 en Italie



Figure I.13 :Eco-dôme Italie

Chapitre II

Le processus de construction d'un écodôme

les étapes générales de construction

Il est important de noter que ces étapes sont une description générale du processus de construction d'un écodôme, et qu'il peut y avoir des variations en fonction des plans spécifiques, des matériaux disponibles et des préférences de construction de chaque individu.

Préparation du site

Choisissez un emplacement approprié pour la construction de l'écodôme. Assurez-vous de préparer le sol en éliminant les obstacles et en nivelant la surface.

Fondation

De nombreux systèmes de fondation peuvent être appliqués au bâtiment SuperAdobe. La plupart d'entre eux commencent à creuser un trou jusqu'à ce qu'un sol non perturbé. La profondeur vise à trouver un niveau inférieur au niveau de soulèvement par le gel du substratum rocheux ou du sous-sol comprimé.

Pour combler le trou, en fonction des enjeux climatiques du lieu, il existe différents types de fondations qui peuvent être choisies telles que le béton, "peu profond, hors gel" (celui-ci recommandé pour les endroits froids, car l'expansion de l'eau lorsque le gel peut fissurer la structure), "tranchée de gravats de sacs de terre" et la fondation de sacs de terre par elle-même.

Dans un système de fondation en béton, on applique une « semelle » en béton plus large que la largeur du mur compacté SuperAdobe. Dans ce cas, il est recommandé de construire les premières couches avec des sacs remplis de gravier, ou de placer une barrière étanche au-dessus du mur de fondation, pour éviter que le béton n'envoie de l'humidité au mur (Hunter & Kiffmeyer, 2004 ; Hart, 2015).

Dans un système de fondation peu profond et protégé contre le gel (Figure I.1), une isolation de forme rigide verticale et horizontale est appliquée à l'extérieur du mur de tige pour protéger

la structure contre la pénétration du gel. Cette protection permet également de réduire les frais de chauffage. (Hunter et Kiffmeyer, 2004)

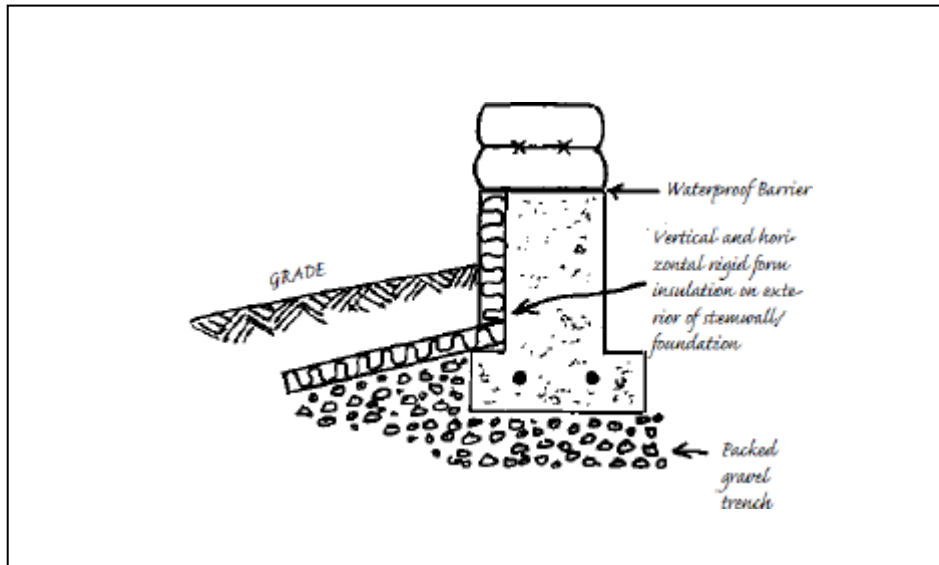


Figure II.1 : Fondation peu profonde protégée contre le gel. (Hunter & Kiffmeyer, 2004).

Dans d'autres, les sacs de terre eux-mêmes constituent une bonne base et leur application peut varier selon le type de sol et les caractéristiques climatiques (Figure I.2). Après avoir creusé le trou, on applique du gravier tassé et des moellons. Cela fournit des espaces entre les pierres pour drainer l'humidité. Le haut du trou peut être en retrait en dessous, avec la première couche de sacs remplis de gravier (Hart, 2015 ; Wojciechowska, 2001).

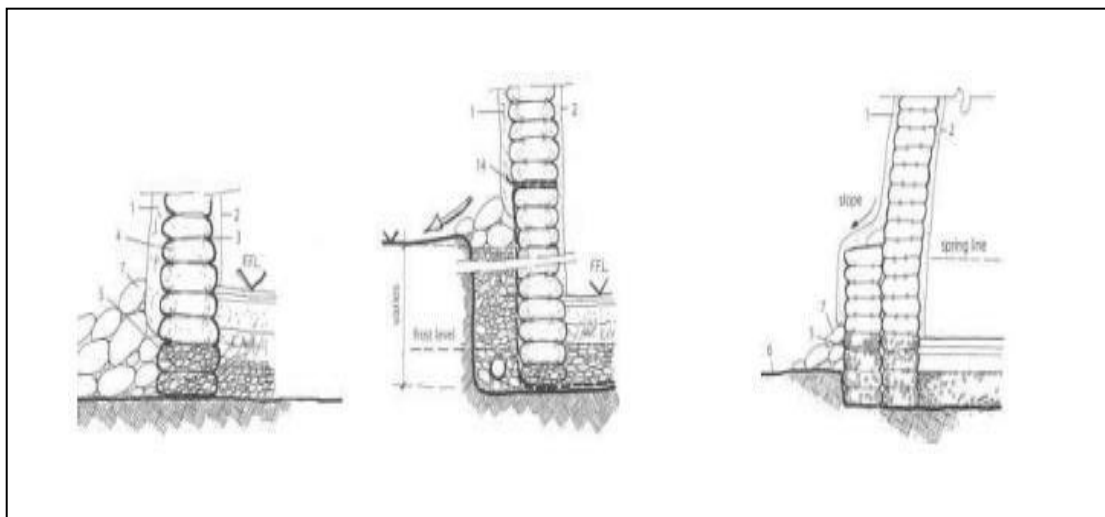


Figure II.2 : Détails des variantes de fondation en sacs de terre. (Wojciechowska, 2001).



Figure II.3 :Étapes pour fondation.

Construction des murs en sacs :

Le terme sacs remplis de terre a été utilisé dans les années 70 en Allemagne, lorsque le laboratoire de recherche sur le bâtiment (BRL) a testé des murs de construction avec du sable ou de la terre à l'intérieur de sacs en tissu polyester ou de tuyaux (Minke, 2006). Même si SuperAdobe est le nom de la technologie brevetée développée par Nader Khalili et Earthbag fait simplement référence à l'utilisation de sacs de sable pour construire, et il est assez courant de trouver les deux termes pour définir l'un de ces cas dans la littérature.

Le système de construction en sacs de terre permet des murs linéaires, courbes ou en dôme, avec différentes longueurs de mur, textures et couleurs. Ces variations ont des règles de conception constructives spécifiques développées (telles que diffusées par Khalili).

La conception de la géométrie du dôme en sacs de terre utilise des systèmes antigravitationnels à forte compression (Campos, 2013). En d'autres termes, la courbure de la géométrie travaille contre la gravité action, où les lourdes couches de sacs de terre, assemblées en une courbe de dôme vers le haut, conservent leur forme et leur stabilité malgré la pression mutuelle d'une charge et des pièces séparées.

Commencez par empiler les sacs en utilisant de la terre compactée à l'intérieur (figure I.4). Les sacs sont généralement disposés en rangées circulaires, en formant des cercles concentriques pour créer la forme désirée de l'écodôme. Le fil de fer barbelé est utilisé pour renforcer les sacs et les maintenir en place.



Figure II.4 : Compaction de sacs de terre pour structure de mur comprimée
(Ross et al., 2013).



Figure II.5: Mise en place des sacs sous forme de rouleau

Après chaque rangée de sacs, il est courant d'ajouter une couche de fil de fer barbelé entre les différentes lignes de sacs pour renforcer la structure. Cela aide à assurer la stabilité et la solidité de l'écodôme. Le fil de fer barbelé à 4 pointes est incorporé (figure I.6). Cela remplace le mortier tout en offrant une résistance à la traction exceptionnelle au bâtiment, rendant les dômes en terre extraordinairement résistants aux tremblements de terre (Geiger et Zemskova, 2016 ; Hunter et Kiffmeyer, 2004 ; Khalili, 2008).



Figure II.6 : fixation du fil de fer barbelé.

Ouvertures

Pendant la construction des murs, il faut prévoir les ouvertures pour les portes et les fenêtres selon les plans préétablis.



Figure II.7 : Les ouvertures de l'ecodome

Toiture

Les sacs de terre peuvent faire des toits juste en cas de dômes et de petites voûtes. Dans les deux cas, la toiture en sacs de terre recevra une couche d'un matériau étanche (par exemple : enduits d'argile, enduits à la chaux, membrane étanche, ou autre), puis un revêtement naturel ou artificiel tel que gazon, bambou enroulé autour d'un chevauchement de gazon, limon, pierres,

tuiles ou autres (Wojciechowska, 2001). Enfin, la toiture de l'écodôme est réalisée en utilisant une méthode appropriée pour assurer l'étanchéité et la protection contre les intempéries.



Figure II.8: Les toits de l'écodome

Couverture murale des murs



Figure II.9: Couverture murale des murs en ecodome

Indication du domaine auquel se rapporte l'écodome

Vu que cette technologie réduit énormément les coûts des moyens utilisés (équipements, matériaux, fournitures et main d'œuvre), elle peut être appliquée dans la réalisation des installations touristiques, économiques et sociales : hôtels, restaurants, marchés, dispensaires , en plus des constructions pour l'habitat ou elle serait particulièrement très utiles et avantageuse dans le cas des zones d'ombre en Algérie, les abris pour les réfugiés, les logements résidentiels dans les hauts plateaux et les endroits dont la topographie est difficile où l'accès pour la livraison et le transfert des matériaux, des marchandises et des matières premières est dur et parfois impossible..

Chapitre III :

Les processus de construction d'un écodomes

III.1 Introduction

les bâtiments de formes simples et symétriques, tels que les rectangles, et les structures utilisant des formes triangulaires sont plus résistants aux séismes en raison de la répartition des forces et de la capacité à absorber les contraintes de manière plus uniforme.

III.2 Dôme triangulaire :

Les bâtiments avec des formes complexes sont constitués de nombreux éléments différents qui réagissent différemment aux secousses sismiques. Leur capacité de déformation varie, ce qui affaiblit les connexions entre ces éléments et crée des zones de danger. Certains endroits subissent une sollicitation plus importante sous l'effet des mouvements sismiques. Il est important que toutes les parties d'une structure complexe de formes simples soient reliées entre elles.

Les formes triangulaires sont également très solides et importantes lors de la construction de bâtiments robustes et de structures stables. Les triangles sont particulièrement efficaces à cet égard. Lorsqu'une force est appliquée à l'un des coins d'un triangle, elle est répartie le long de chaque côté. Les côtés du triangle subissent une compression tandis que le troisième côté est soumis à une tension, ce qui contribue à la résistance et à la stabilité de la structure

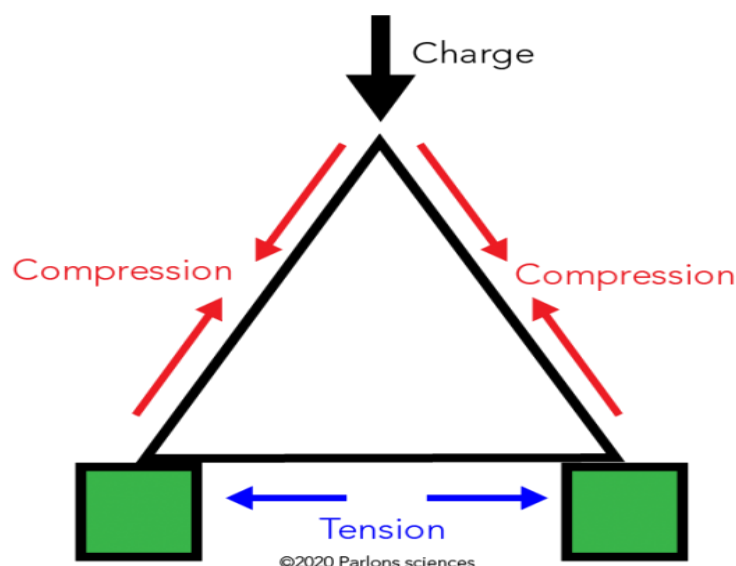


Figure III.1 : Transmission des charge des formes triangulaire

Le Bois :

Le bois de construction, un matériau naturel, généralement sélectionnés pour ces propriétés. Le bois est transformé en différentes formes, telles que des planches, des poutres, des madriers ou du contreplaqué, qui sont ensuite utilisés pour construire des structures et des éléments architecturaux.

Le bois de construction présente plusieurs caractéristiques qui en font un matériau largement utilisé :

- **Résistance structurelle** : Le bois de construction possède une capacité solide à supporter des charges verticales et horizontales dans les constructions. Sa résistance varie en fonction de l'essence du bois et de sa qualité.
- **Légèreté** : Comparé à d'autres matériaux de construction, le bois est relativement léger, facilitant ainsi son transport, sa manipulation et son installation sur les chantiers.
- **Durabilité** : Le bois de construction peut être traité pour augmenter sa résistance aux attaques biologiques, telles que les insectes, les champignons et la pourriture. Les traitements appropriés contribuent à sa longévité.
- **Isolation thermique et acoustique** : Le bois possède de bonnes propriétés d'is
- **Facilité de transformation** : Le bois est un matériau facilement travaillable, pouvant être coupé, cloué, vissé, collé, sculpté et usiné pour répondre aux besoins spécifiques de la construction.
- **Aspect esthétique** : Le bois de construction offre une esthétique naturelle et chaleureuse, en faisant un choix pris pour les structures et les éléments architecturaux où l'apparence joue un rôle important.



Figure III.2 : Matière Première bois

III.3.1 Dilatation thermique du bois

La dilatation thermique du bois correspond à la variation de sa dimension en réponse aux changements de température. Le tableau (III.1) représente une comparaison des valeurs du coefficient α pour des matériaux des construction . en général le matériau bois travail sur l'axe longitudinale.

Nature des matériaux	/	$\alpha \left[\frac{mm}{mm} / C \right]$
Bois	Axe tangentielle	(25×10-6) (60×10-6)
/	Axe radiale	(15×10-6) (45×10-6)
/	Axe longitudinale	(3×10-6) (6×10-6)
Acier	/	(12×10-6)
Béton	/	(12×10-6)

Le tableau III.1 : représente une comparaison des valeurs du coefficient (α)

Etude des murs :

Dans l'ensemble, les murs cloisonnés sont des éléments essentiels dans la conception et la construction d'un bâtiment. Ils permettent des fonctions structurelles, d'organisation spatiale, d'isolation acoustique et thermique, de support pour les finitions, ainsi que pour l'intégration des systèmes nécessaires à un environnement intérieur fonctionnel confortable.

Dans le cas de ce travail, nous allons choisir les sacs de sable comme principe pour la réalisation des murs dans le ecodec amélioré.



Figure III.3: Remplissage des sacs**Figure III.4:** Des murs en ecodome

III.4.1 Les différents types des sacs utilisés dans le processus Ecodome

➤ III.4.1.1 Unité de Sac en polystyrène

Les sacs utilisés dans l'Ecodome sont souvent fabriqués à partir de matériaux durables et résistants, capables de supporter les charges et les contraintes de la construction. Les sacs sont écologiques fabriqués à partir de matériaux recyclés tels que le PET recyclé (polyéthylène téréphtalate) issu de bouteilles en plastique recyclées.

**Figure III.5:** Des petit sac en polystyrène

➤ Sacs de forme contenue

Ce sont des sacs en polystyrène fabriqués de forme continue, ils peuvent être remplis sur toute leur longueur à l'aide d'un système adapté (figure III.6)



Figure III.6:Sac de forme contenue



Figure III.7: Remplissage des sacs

En Algérie on peut utiliser les sacs généralement fabriqués à partir de matériaux durables et recyclables, tel que les



Figure III.8:Des sac fabriqués à partir de matériaux recyclables

Les fondations :**Pieux en bois :**

Les constructions en ecodomen' utilisent pas des fondations proprement dites pour la réalisation des maisons. Vue que l'Algérie est un pays de forte sismicité, on propose dans ce travail de réaliser des fondations simples, non coûteuses faciles à mettre en excusions, tel que les pieux en bois et en acier, comme il sera très intéressant d'utiliser des fondations qui répondent aux nouveaux règlements sismique tel que des membranes qui peuvent être remplacées par les pneus.

Les pieux en bois ont la capacité de supporter de grandes charges verticales sans déformation excessive en raison de leur bonne résistance à la compression. Les mouvements du sol peuvent être adaptés aux pieux en bois en raison de leur capacité à résister à la flexion, ce qui les aide à maintenir leur intégrité structurelle. Ils transmettent efficacement les charges aux couches de sol sous-jacentes en raison de leur rigidité spécifique. Aussi ils ont une certaine capacité à absorber les chocs et à se déformer légèrement sous des charges importantes, ce qui peut leur permettre de mieux résister à des conditions sismiques ou à d'autres forces dynamiques.

Ces propriétés mécaniques peuvent varier en fonction du type de bois utilisé, de son traitement, de la conception des pieux et des conditions spécifiques du site. Il est important de s'assurer de prendre en compte ces propriétés lors de la conception et de l'installation de pieux en bois pour leur performance et leur durabilité à long terme.

Le tableau énumère certains des établis des documents."Timbre Pile Design and Construction Manuel" préparé par l'Institut américain "American Wood Préservation Institute" (AWPI, 2002).

	Pin du Sud	Douglas	Chêne rouge	Pin rouge
Compression axiale (kPa)	8270	8615	7581	6203
Flexion (kPa)	16540	16885	16885	13094
Cisaillement perpendiculaire	758	793	930	586
Compression perpendiculaire aux	1723	1585	2412	1068
Module d'élasticité (Mpa)	10338	10338	8615	8821

Tableau III.2 : Contraintes et modules d'élasticité des essences(AWPI,2002)



Figure III.9: Des pieux en bois

Les pieux vissés :

Les pieux vissés, sont des éléments de base utilisés pour supporter des structures. Contrairement aux pieux en bois traditionnels, les pieux vissés sont constitués d'une tige d'acier avec une spirale ou une plaque hélicoïdale à une extrémité. Ces hélices permettent de visser les pieux dans le sol à l'aide d'équipements spéciaux tels que des presses hydrauliques. Les pieux vissés offrent plusieurs avantages mécaniques : Capacité portante élevée : L'hélice du pieu vissé forme une plus grande surface de contact avec le sol, des orte que la charge peut être mieux répartie. Cela permet leur des upporter des charges élevées.



Figure III.10: Des pieux vissés



Figure III.11: Ancrage Des pieux vissés

Fondation en pneus :

Le concept architectural des fondations de pneus, également appelé Earthship, est né dans les années 1970 grâce au travail innovant de Michael Reynolds, un architecte américain. L'utilisation de pneus mis au rebut comme principal matériau de construction pour les structures de base isolation. Les fondations des pneus ont attiré une attention particulière pour leurs caractéristiques distinctes. De plus, l'utilisation des Earthships et des fondations de pneus offre de nombreux avantages : très économique , très économeen énergie, réalisation rapide.



Figure III.12 : Fondation en Pneus



Figure III.13: Fondation en Pneus

➤ **Le remplissage des pneus**

Étapes générales pour construire une base isolation de pneu

- **Structurer en forcée** : Selon les spécifications de conception, des nervures verticales peuvent être ajoutées entre les rangées de pneus pour renforcer la structure et assurer une plus grande capacité portante des pneus.
- **Finition** : Une fois les pneus bourrés et empilés comme vous le souhaitez, la fondation peut être recouverte d'un matériau d'étanchéité tel que du stuc de ciment ou du stuc à base de terre pour protéger les pneus des intempéries.



Figure III.15: Remplissage Des Pneus

Chapitre IV : Étude de l'ossature et mur du nouveau Ecodome

IV.I Introduction

Les murs en ecodome elle vas jouent le rôle des murs cloisonnes

Elle va séparer les surfaces et participer au confort thermique.

Etude des murs en ecodome

Le mur sera réalisé en sac de sable

Déperdition volumique :

Le flux de chaleur volumique (ou puissance thermique volumique) peut être calculée en divisant le flux de chaleur total par le volume concerné. Il est généralement exprimé en watts par mètre cube (W/m³). Les formules et méthode choisis sont présentés su dessous

Taux de renouvellement D air; τ

- $\tau = 1 \text{ 1f/h}$ (IV.1)

- $\tau = 2 \text{ 2f/h}$ (IV.2)

- $\tau = 0,5 \text{ 1f/2h}$ (IV.3)

- Capacité Thermique De l air = 0,34

- $V = [[\text{Longeur}]] \times [[\text{Largeur}]] \times [[\text{hauteur}]]$ (IV.4)

- $DV = [[U]] \times [[V]] \times [[\Delta T]] \times [[\tau]]$ (IV.5)

Tableau IV.1 : Les coefficients thermiques

U	Coefficient de transmission surfacique	W/(m ² .K)
Y (Ψ)	Coefficient de transmission linéique (pont thermique)	W/(m.K)
X (λ)	Coefficient de transmission ponctuel (pont thermique)	W/K
R	Résistance thermique	m ² .K/W
R_{si}	Résistance thermique superficielle coté intérieur	m ² .K/W
R_{se}	Résistance thermique superficielle coté extérieur	m ² .K/W
Lda (λ)	Coefficient de conductivité thermique (coefficient Lambda)	W/(m.K)
e	Épaisseur	m
A	Surface	m ²
l, L	Largeur, Longueur	m
T	Température	K
b	Coefficient de réduction de température	-
D	Coefficient de déperdition thermique (multiplié par le DeltaT intérieur/extérieur, il donnera les déperditions totales en W)	W/K
Q	Débit d'air entrant dans le local	m ³ /h
q	Débit d'air entrant par m ² de paroi	(m ³ /h)/m ²
Sh	Surface habitable	m ²
a	Coefficient de référence	W/(m ² .K)
H_T	Coefficient de déperdition thermique par transmission entre le volume chauffé d'une part et l'extérieur, le sol et les locaux non chauffés d'autre part.	W/K
H_D	Coefficient de déperdition thermique par transmission à travers les parois donnant directement sur l'extérieur (voir croquis ci-dessous)	W/K
H_s	Coefficient de déperdition thermique par transmission à travers les parois en contact direct avec le sol, un vide sanitaire ou un sous-sol non chauffé (voir croquis ci-dessous)	W/K
H_U	Coefficient de déperdition thermique par transmission à travers les parois donnant sur des locaux non chauffés (à l'exception des sous-sols et vides sanitaires) (voir croquis ci-dessous)	W/K
H_v	Coefficient de déperdition thermique par renouvellement d'air	W/K

Les déperditions surfaciques

La déperdition surfacique, également appelée déperdition thermique surfacique, fait référence à la perte d'énergie thermique par unité de surface d'un matériau ou d'un système. Cela signifie que la quantité d'énergie thermique perdue est mesurée en fonction de la surface exposée au transfert de chaleur.

Les déperditions surfaciques peuvent être causées par divers mécanismes. La quantité de déperdition thermique surfacique dépend de plusieurs facteurs, tels que les propriétés thermiques du matériau, la différence de température entre la surface et l'environnement, la conductivité thermique. La réduction des déperditions thermiques surfaciques peut être réalisée en améliorant l'isolation de la surface, en utilisant des matériaux à faible conductivité thermique, en ajoutant des couches d'isolation, en nécessitant les fuites d'air ou en appliquant d'autres techniques d'efficacité énergétique.

La compréhension et la prise en compte des déperditions surfaciques sont essentielles pour la conception et l'optimisation des systèmes afin de minimiser les pertes d'énergie et d'améliorer l'efficacité énergétique globale d'un matériau, d'un bâtiment ou d'un système.

- e : Epaisseur (m)
- λ : (W/m)
- S : surface
- R : Résistance thermique
- U : coefficient de transmission thermique
- T_{ext} : températures extérieur
- T_{int} : Températures intérieur
- ΔT : différentiel de températures
- D_s : Déperdition surfacique

- $S = \frac{Q}{U \times \Delta T}$ (IV.6)

- $\Delta T = T_{int} - T_{ext}$ (IV.7)

- $D_s = U \times S \times \Delta T$ (IV.8)

Déperdition Linéique :

La quantité de déperdition thermique linéique dépend de plusieurs facteurs, notamment les propriétés thermiques du matériau. La prise en compte des déperditions linéiques est importante dans la conception et l'optimisation des systèmes pour minimiser les pertes d'énergie et améliorer l'efficacité énergétique globale d'un matériau, d'un équipement ou d'un réseau linéaire tel que les tuyaux, les câbles, les conduits, etc.

- λ : coefficient linéique de pont thermique
- $L : (l+a)*2$ (IV.9)

- $\lambda > 0,7 \text{ w / mk}$ (IV.10)

- $DL = [\lambda] \times [L] \times [\Delta T]$ (IV.11)

Étude de l'Ossature en bois

Caractéristiques des bois massifs feuillus D5

- Contrainte de flexion $f_{m,k}$ (MPa) = 50
 Contrainte de traction axiale : $f_{t,0,k}$ (MPa) = 30
- Contrainte de compression axiale : $f_{c,0,k}$ (MPa) = 29
- Contrainte de compression transversale : $f_{c,90,k}$ (MPa) = 9.3
- Contrainte de cisaillement : $f_{v,k}$ (MPa) = 4.0
- Module d'élasticité axiale : $E_{0,mean}$ (GPa) = 14
- Module d'élasticité caractéristique : $E_{0,05}$ (GPa) = 11.8
- Module d'élasticité transversale : $E_{90,mean}$ (GPa) = 0.93
- Masse volumique caractéristique : ρ_k (kg/m³) = 620
- Masse volumique moyenne : ρ_{mean} (kg/m³) = 750

1 Les règlements utilisés :

La norme NF DTU 31.2 et RPA99 version 2003

- le choix de matériaux de construction (en l'occurrence le bois)
- la fondation et le soubassement

- la charpente (dont les parois verticales, les parois planchers, les parois inclinées et les escaliers)
- la couverture ou l'étanchéité
- la menuiserie : éléments réalisés grâce à un logiciel de menuiserie
- les équipements techniques (électricité, plomberie, chauffage, cheminée...)
- l'isolation
- les revêtements intérieurs (murs et plafonds)
- les revêtements extérieurs
- les revêtements de sol.

2 La réglementation thermique RT 2012

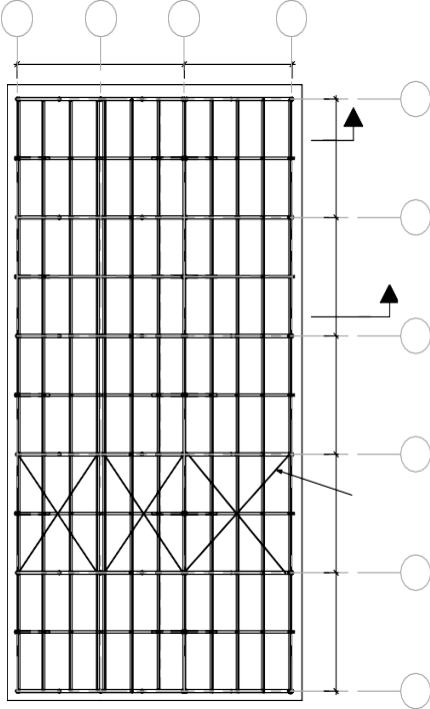
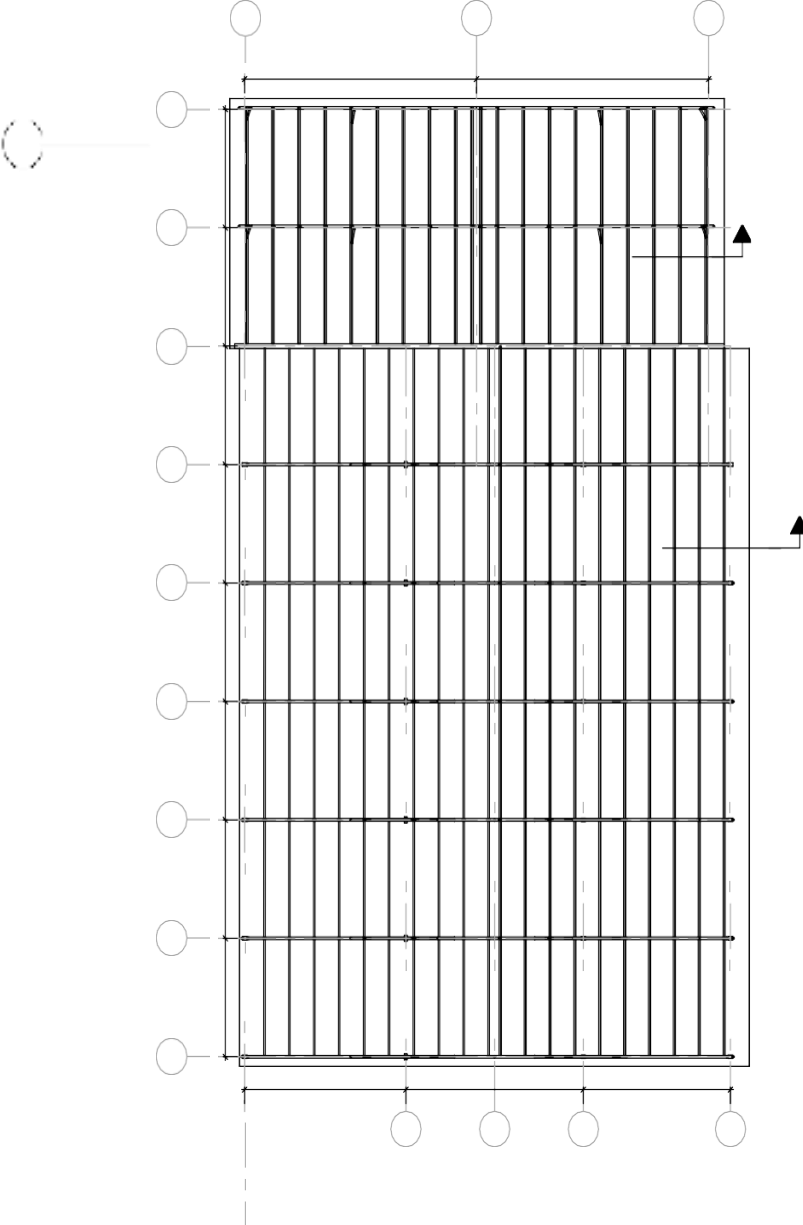
- l'efficacité énergétique du bâtiment
- la consommation d'énergie de la maison
- le confort d'été dans les maisons non climatisées

L'Eurocode 5 est un ensemble de normes et de méthodes de calcul qui vise à garantir la sécurité et la fiabilité des charpentes en bois.

3 Justification du portique :

a)Description du portique:

Le portique est composé des éléments en métal en tube orthogonal avec un diamètre de 140 (mm). Il doit reprendre le poids de la couverture avec les panneaux solaires photovoltaïques, les pannes ainsi que les charges climatiques.



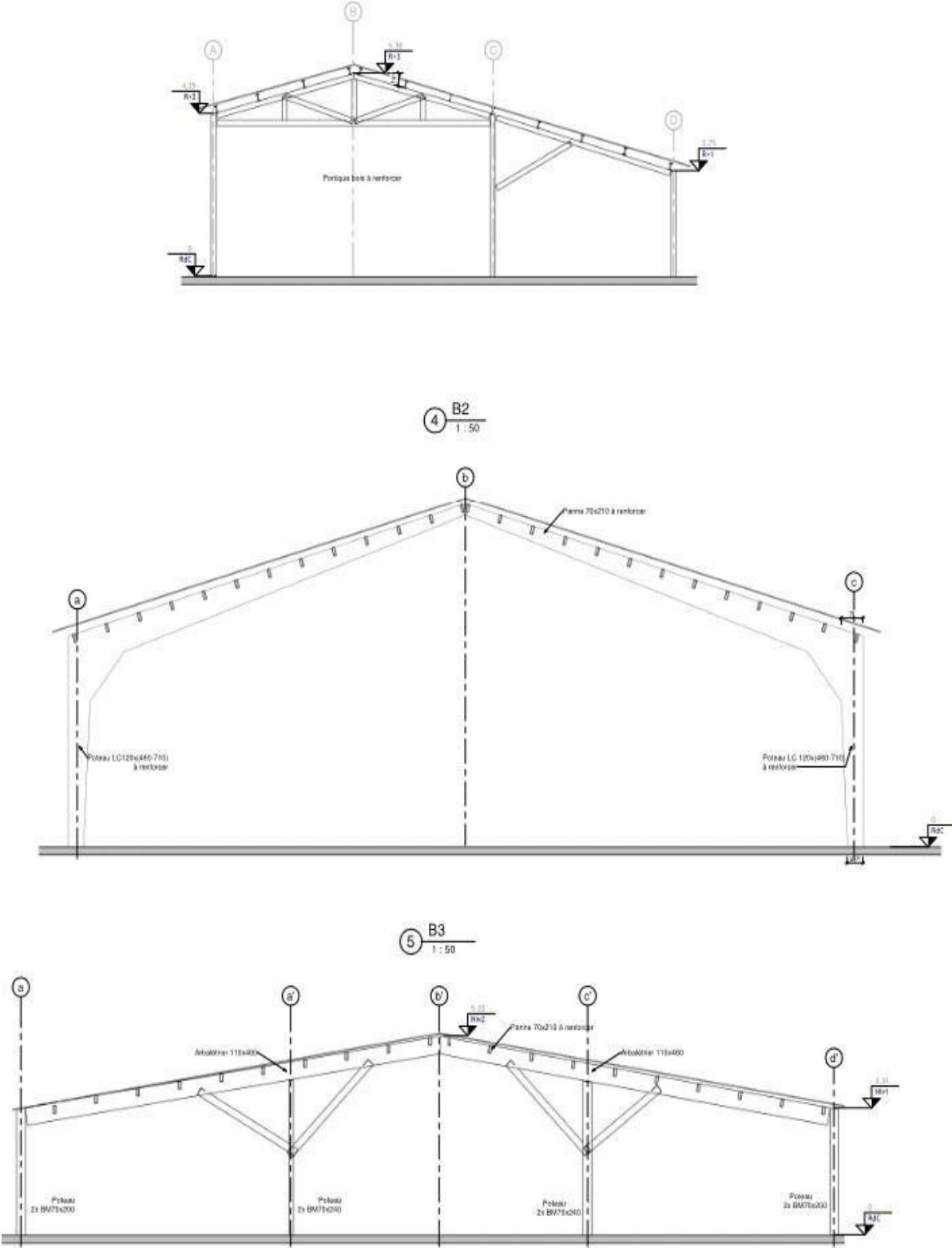
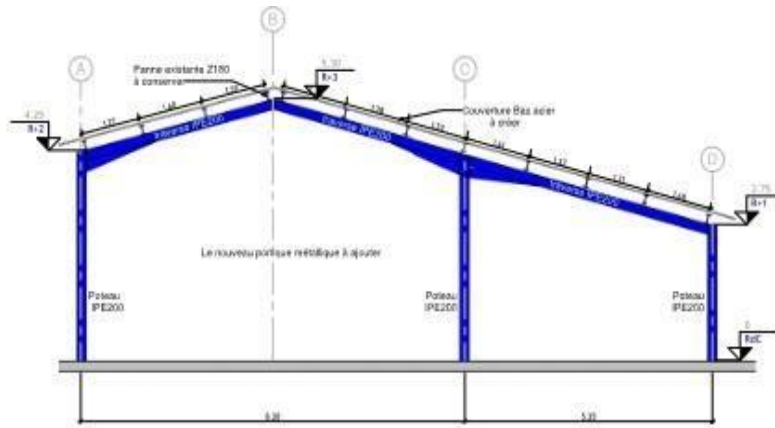
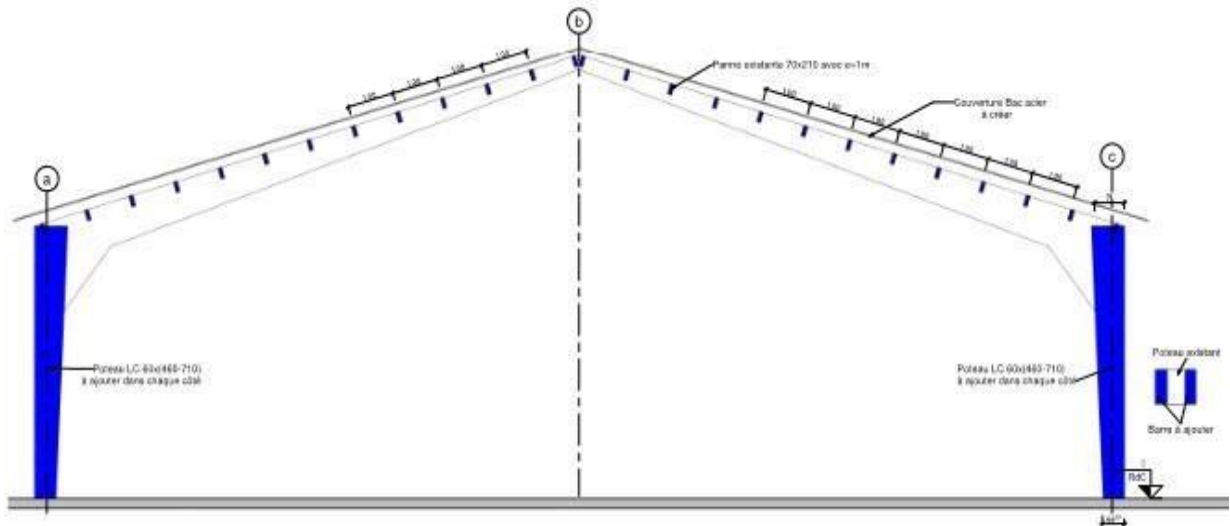


Figure IV.2 : Vue de coupe 1



4 B2 Projet
1 : 50



5 B3 Projet
1 : 50

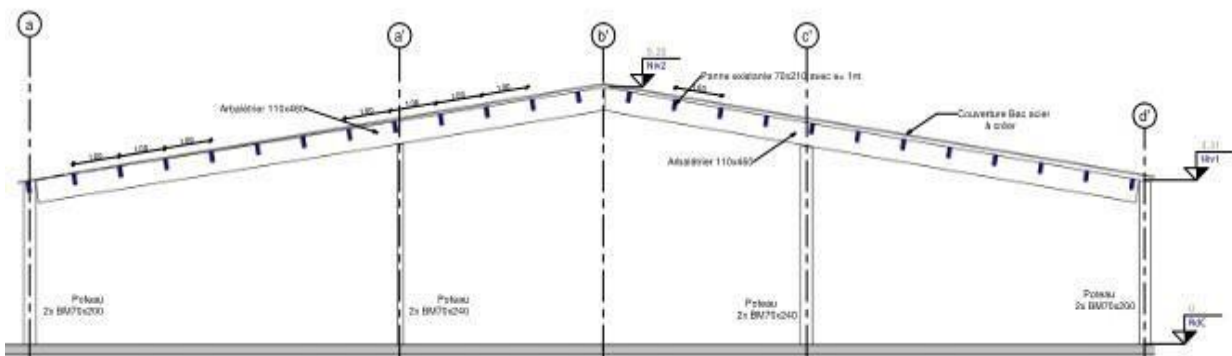


Figure IV.3 : Vue de coupe 2

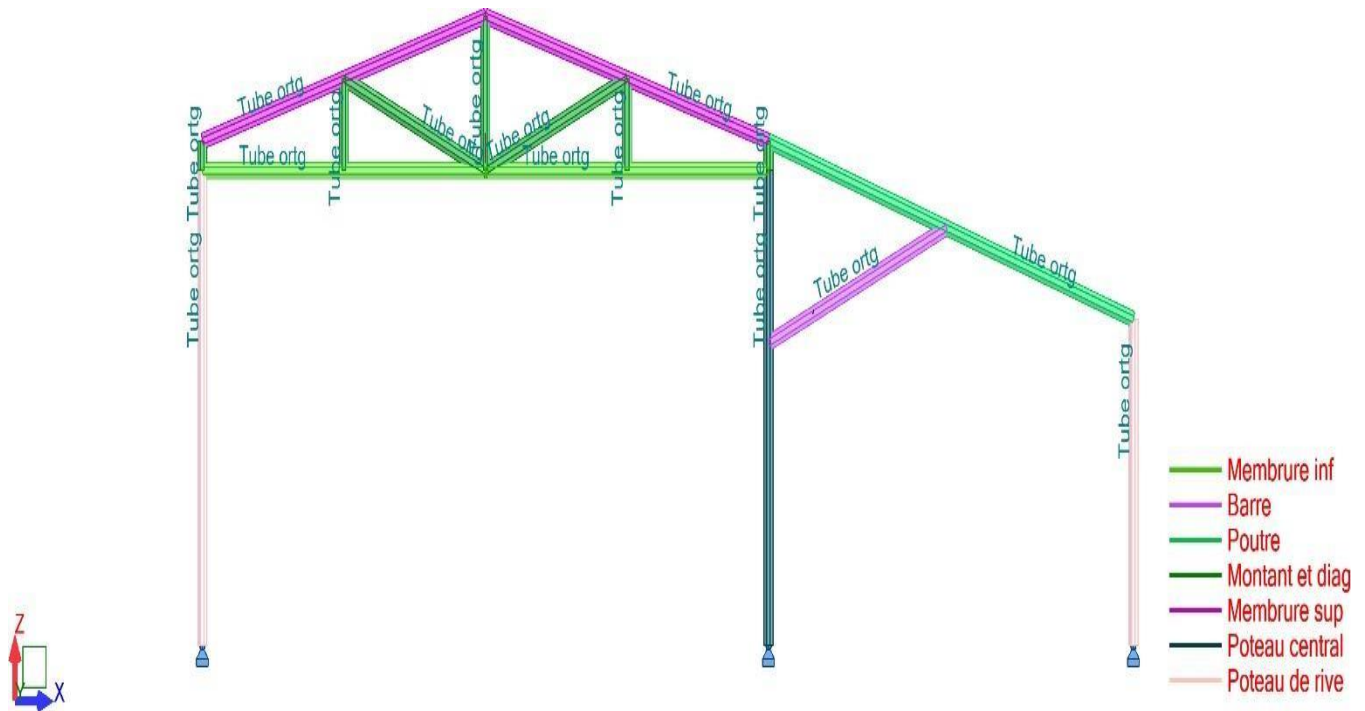


Figure IV.4:Portique

a) Chargement:

Cas1 : (poids propre des éléments du portique généré par le logiciel)

Cas2 : (Bac acier+ panne aux solaires+ lespannesZ180x2)

$$\square g=28.1 \times 5=140,5 \text{ daN/ml (IV.12)}$$

Cas3:Charges climatiques de vent générées automatiquement par le logiciel.

Cas4 : Charges de neige générées automatiquement par le logiciel.

b) Combinaisons de charges:

- Etats Limites Ultimes ELU \square Vérification de la résistance

$$1.35 \times G+1.5(V_{\text{dom}}+\psi_0 \times V_{\text{accom}}) \text{ (IV.13)}$$

- Etats Limites de Service ELS \square Vérification de déplacement sensituation de Service

$$G+V_{\text{dom}}+\psi_0 \times V_{\text{accom}} \text{ (IV.14)}$$

ψ_0 :Coefficient d'accompagnement \square dépend du cas de charge

Charges du es à la neige (altitude ≤ 1000m) $\psi_0=0.5$

Charges du es au vent $\psi_0=0.6$

V_{dom}: Cas de charge variable considéré comme dominant.

V_{acom}: Cas de charge variable considéré comme d'accompagnement. Chaque cas de charge variable peut être dominant ou d'accompagnement.

c) Résultats de calculs (Vérifications réglementaires EC3)

Pièce		Profil	Matériau	Lay	Laz	Ratio	Cas
1 Poteau de rive_		Tube ortg	ACIER E28	105.68	42.73	12.87	701 ELU/169=1*1.35
2 Poteau central_		Tube ortg	ACIER E28	98.33	42.73	41505.91	695 ELU/163=1*1.35
3 Membrane sup_		Tube ortg	ACIER E28	4.25	45.73	4.79	701 ELU/169=1*1.35
4 Montant et diag		Tube ortg	ACIER E28	4.27	5.34	4.20	701 ELU/169=1*1.35
5 Membrane sup_		Tube ortg	ACIER E28	4.25	45.73	7.82	695 ELU/163=1*1.35
6 Montant et diag		Tube ortg	ACIER E28	4.27	5.34	3.17	696 ELU/164=1*1.35
8 Montant et diag		Tube ortg	ACIER E28	22.22	27.78	0.55	730 ELU/198=1*1.35
9 Montant et diag		Tube ortg	ACIER E28	13.25	16.56	3.24	695 ELU/163=1*1.35
10 Montant et dia		Tube ortg	ACIER E28	13.25	16.56	1.34	695 ELU/163=1*1.35
11 Montant et dia		Tube ortg	ACIER E28	37.86	47.33	0.72	695 ELU/163=1*1.35
12 Montant et dia		Tube ortg	ACIER E28	37.86	47.33	0.76	703 ELU/171=1*1.35
13 Poteau de rive		Tube ortg	ACIER E28	76.89	29.38	10.14	539 ELU/7=1*1.35 +
14 Poutre_14		Tube ortg	ACIER E28	118.72	118.72	8.54	539 ELU/7=1*1.35 +
15 Barre_15		Tube ortg	ACIER E28	59.47	59.47	3.08	635 ELU/103=1*1.00
16		Tube ortg	ACIER E28	39.90	44.34	6.54	695 ELU/163=1*1.35
17		Tube ortg	ACIER E28	39.90	44.34	40.49	728 ELU/196=1*1.35

Tableau IV.2 : Résultats de calculs (Vérifications réglementaires EC3)

«Note de calculs détaillée en annexes(3)»

d) **Conclusion:**

La structur en évérifie pas les conditions de stabilité, donc le portique a besoin d'être renforcé

3.1 Description du nouveau portique e=2.5m :

Le nouveau portique doit être entre les portiques existants, il se compose de poteaux et des traverses en IPE200.

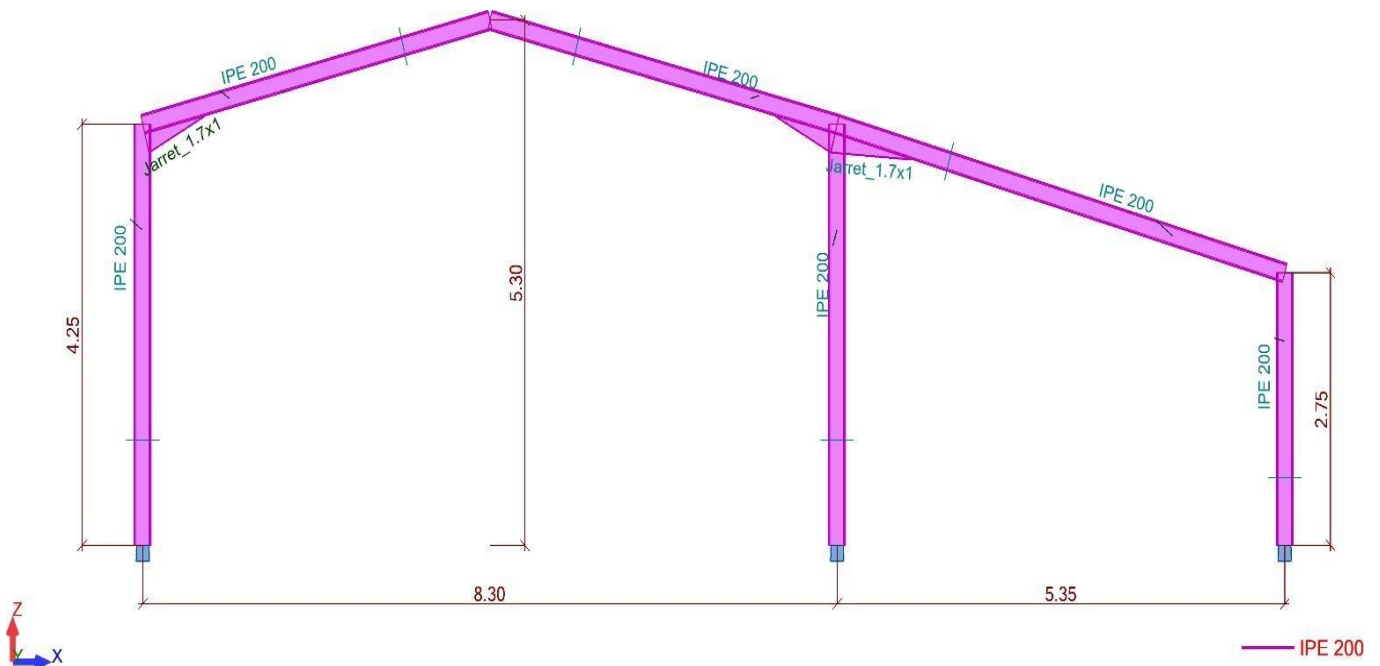


Figure IV.5 :Le nouveau portique

Résultats de calculs:

Résultats EC3 de portique

Pièce	Profil	Matériau	Lay	Laz	Ratio	Cas
1 travers_1	OK IPE 200	ACIER E28	47.96	191.17	0.44	108 ELU/83=1*1.35
2 travers_2	OK IPE 200	ACIER E28	47.96	191.17	0.62	108 ELU/83=1*1.35
3 travers 1_3	OK IPE 200	ACIER E28	62.25	248.14	0.37	114 ELU/89=1*1.35
4 Poteau gauche	OK IPE 200	ACIER E28	63.33	190.10	0.71	114 ELU/89=1*1.35
5 Poteau droite_5	OK IPE 200	ACIER E28	43.52	123.01	0.36	114 ELU/89=1*1.35
6 Poteau central	OK IPE 200	ACIER E28	57.48	190.10	0.55	108 ELU/83=1*1.35

Tableau IV.3 :Résultats EC3 de portique

«Note de calculs détaillée en annexe 4»

a) **Conclusion:**

Le portique après renforcement vérifie bien les conditions de stabilité.

IV.3.2 Des plans Sketch up :



Figure IV. 6: Plan sketch-up

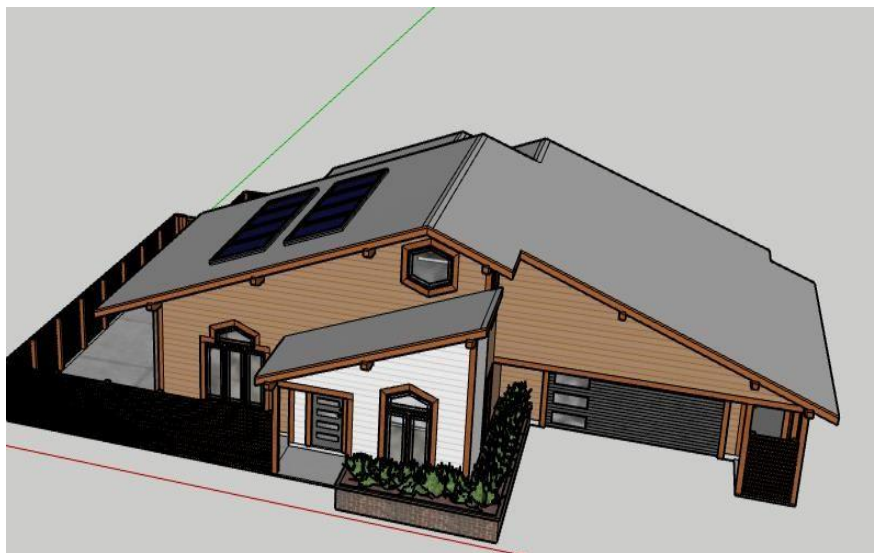


Figure IV.7 : Plan Sketch-up2

IV.4 La protection du bois

La protection de l'ossature en bois est un aspect important pour garantir sa durabilité et sa résistance face aux agressions extérieures. Voici quelques mesures couramment utilisées pour protéger une ossature en bois :

1 Traitement préservatif

Le bois peut être traité avec des produits chimiques préservatifs pour le protéger contre les attaques d'insectes, de champignons et de moisissures. Les traitements préservatifs peuvent être appliqués par trempage, pulvérisation ou imprégnation sous pression pour une protection en profondeur.



Figure IV.12: Traitement préservatif

IV.4.2 Revêtements de finition

L'application de revêtements de finition tels que les peintures, les lasures ou les vernis offre une protection supplémentaire contre l'humidité, les rayons UV et les intempéries. Ces revêtements forment une barrière physique entre le bois et l'environnement extérieur.



Figure IV.13 : Application de revêtements de finition

IV.4. 3 Écrans pare-pluie :

Les écrans pare-pluie, également appelés membranes d'étanchéité à l'eau sous les revêtements extérieurs, sont des éléments utilisés dans la construction pour protéger les bâtiments contre l'infiltration d'eau. Ils sont généralement installés sous les revêtements extérieurs tels que les bardages en bois, les briques, les panneaux de fibrociment, etc.

L'objectif principal d'un écran pare-pluie est de créer une barrière contre l'eau de pluie qui peut s'infiltrer à travers les joints ou les fissures du revêtement extérieur. En plus de protéger contre l'eau, ces écrans permettent également la ventilation de la paroi, ainsi favorisant le séchage et la prévention des problèmes d'humidité. Les écrans pare-pluie sont généralement fabriqués à partir de matériaux perméables à la vapeur d'eau, ce qui permet à l'humidité de s'évaporer à travers eux. Cela est essentiel pour empêcher la condensation et l'accumulation d'humidité à l'intérieur de la paroi, ce qui pourrait causer des problèmes de moisissures et de pourriture.

Il existe différents types d'écrans pare-pluie sur le marché, y compris des membranes en polyéthylène, en polypropylène, en polyuréthane, en caoutchouc synthétique, etc. Chacun de ces matériaux a ses propres caractéristiques et avantages spécifiques.

En résumé, les écrans pare-pluie sont des éléments essentiels dans la construction pour protéger les bâtiments contre l'infiltration d'eau. Ils utilisent comme une barrière étanche à l'eau tout en permettant la ventilation de la paroi pour éviter les problèmes d'humidité.



Figure IV.14 :Ecrans pare-pluie,

IV.4. 4 Les travaux de revêtement

L'argile est un matériau naturel qui peut être utilisé comme revêtement dans diverses applications. Voici quelques exemples de revêtements à base d'argile :

- **Enduits d'argile** : Les enduits d'argile sont souvent utilisés comme revêtement intérieur pour les murs. Ils offrent des propriétés régulatrices d'humidité et de température, ainsi qu'une esthétique naturelle. Les enduits d'argile peuvent être appliqués directement sur des surfaces telles que le plâtre, le bois ou le béton.



Figure IV.15:Enduits d'argile

- **Peinture à l'argile** : Les peintures à base d'argile sont des alternatives naturelles aux peintures conventionnelles. Elles sont fabriquées en mélangeant de l'argile, des pigments naturels et des liants écologiques. Les peintures à l'argile permettent des finitions mates et une atmosphère chaleureuse.



Figure IV.17:Peintures à base d'argile

IV.4. 5 Tuiles d'argile

Les tuiles d'argile sont des revêtements couramment utilisés pour les toits et les façades. Elles sont fabriquées à partir d'argile cuite, ce qui leur confère une grande durabilité et une résistance aux intempéries. Les tuiles d'argile sont appréciées pour leur esthétique rustique et leur capacité à conserver la chaleur.



Figure IV.19:Les tuiles d'argile

➤ **Bardage en argile**

Le bardage en argile est une option de revêtement extérieur qui offre une apparence unique et naturelle. Les panneaux ou les briques d'argile peuvent être utilisés pour recouvrir les façades des bâtiments, permettant ainsi une atmosphère organique et esthétiquement plaisante.



Figure IV.20:Le bardage en argile



Figure IV.21:briques d'argile

Les revêtements à base d'argile offrent plusieurs avantages, tels que leur durabilité, leur régulation de l'humidité, leur résistance aux moisissures et leur aspect naturel. Ils sont également considérés comme des options écologiques, car ils sont fabriqués à partir de ressources naturelles et ne contiennent pas de produits chimiques nocifs.

Conclusion

En conclusion, l'écodome est une approche innovante et durable en matière de construction. Il s'agit d'une structure conçue pour minimiser l'impact environnemental tout en fournissant un habitat confortable et fonctionnel.

Les écodomes utilisent des matériaux écologiques et durables, tels que le bois, la terre, la paille et le bambou. Ils sont conçus pour maximiser l'efficacité énergétique, en utilisant des techniques telles que l'isolation thermique, la ventilation naturelle et l'utilisation de sources d'énergie renouvelables. Ces structures respectent les principes de la durabilité en minimisant la consommation d'énergie, en réduisant les déchets et en préservant les ressources naturelles. Elles sont également conçues pour s'intégrer harmonieusement à leur environnement, en utilisant des techniques d'aménagement paysager durable. Les écodomes offrent de nombreux avantages, tant pour les habitants que pour l'environnement. Ils fournissent un espace de vie sain et confortable, avec une température régulée et une qualité de l'air améliorée. De plus, ils permettent de réduire les coûts énergétiques à long terme, ce qui en fait une option attrayante sur le plan économique.

Références bibliographies

- Geiger, O., Zemsanova, K., 2016. Earthbag Technology - Simple, Safe and Sustainable. Tech. J., Gorkha Earthquake 2015 Special Nepal Engineers' Association, 78–90.
- Hunter, K. and Kiffmeyer, D. Earthbag building: the tools, tricks and techniques. New Society Publishers, Gabriola Island, 2004.
- Khalili, E.N., 2008. Emergency Sandbag Shelter and Eco-Village. How to Build Your Own. Hesperia, California.
- Khalili, N. Ceramic houses and earth architecture: how to build your own. San Francisco: Harper & Row, 1986.
- Minke, G., 2006. Building with Earth: Design and Technology of a Sustainable Architecture. Birkhäuser – Publishers for Architecture, Basel, Berlin, Boston.
- Ross, B.E., Willis, M., Datin, P., Scott, R., 2013. Wind Load Test of Earthbag Wall Brandon E. Ross 1 Michael Willis 1, Peter Datin 2 and Ryan Scott 3 1. Buildings 532–544.
- Wojciechowska P. Building with earth: a guide flexible form earthbag construction. Chelsea Green; 2001