

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou

Faculté du Génie de la Construction

Département d'Architecture

MEMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Pour l'obtention du Diplôme d'Architecte

Thématique : Architecture Environnement et Technologies.

Atelier : Architecture Bioclimatique et Environnement.

<p>PENSER LA SECURITE ALIMENTAIRE, UN CENTRE DE DEVELOPPEMENT ET DE PRESERVATION DES CEREALES A ROUIBA</p>

Présenté par:

ARABI Mouna

BOULANOUAR Chaimaa

Devant le jury composé de:

KORICHI Amina

Maître-assistant A

Présidente

MANSOURI Arezki

Maître-assistant A

Examinateur

GUELIANE Nora

Maîtresse de conférences

Encadrante

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou

Faculté du Génie de la Construction

Département d'Architecture

MEMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Pour l'obtention du Diplôme d'Architecte

Thématique : Architecture Environnement et Technologies.

Atelier : Architecture Bioclimatique et Environnement.

<p>PENSER LA SECURITE ALIMENTAIRE, UN CENTRE DE DEVELOPPEMENT ET DE PRESERVATION DES CEREALES A ROUIBA</p>

Présenté par:

ARABI Mouna

BOULANOUAR Chaimaa

Devant le jury composé de:

KORICHI Amina

Maître-assistant A

Présidente

MANSOURI Arezki

Maître-assistant A

Examinateur

GUELIANE Nora

Maîtresse de conférences

Encadrante

REMERCIEMENTS

Avant tout, nous remercions dieu le tout puissant de nous avoir donné la volonté et la patience afin d'effectuer ce modeste travail.

Nous remercions tout d'abord nos encadrantes Nora Gueliane et Louiza Mohammedi pour leur patience, leur disponibilité, leur conseils, leur retour constructif qui nous a guidé dans la bonne direction pour produire un travail de qualité. Nous tenons à vous exprimer nous sincères respect et gratitude.

On tient également à remercier les membres de jury pour avoir accepté d'évaluer notre travail.

Nous souhaitons également exprimer notre reconnaissance envers nos enseignants et nos collègues de département d'architecture.

Nos remerciements vont également à nos parents qui nous ont soutenus tout au long de ce parcours. Vos encouragements constants, votre patience et votre compréhension ont été essentiels pour surmonter les moments de doute et de stress.

Enfin, nous exprimons notre gratitude envers toutes les personnes qui ont participé à la réalisation de ce travail en acceptant de partager leur temps et leur expérience.

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce travail tout d'abord à mes chers parents pour leur soutien et leur encouragement tout au long de ce parcours académique et qui ont tout donné et tout fait pour que j'arrive là où je suis maintenant. Votre confiance en moi a été ma plus grande motivation.

A mon cher oncle Ahmed qui m'a soutenu tout au long de mes années d'étude. Il était comme mon deuxième père. Je lui exprime ma profonde gratitude. Que dieu vous garde et vous benisse.

A mes chères soeurs Nadjoua et Hassiba pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral.

A mon cher frère Abd Salem qui m'a toujours encouragé et à qui je souhaite plus de succès.

A ma chère cousine Lina et mon cher cousin Abde Rahim. Puisse Dieu vous donne santé, bonheur, courage et surtout réussite.

A toute ma famille et mes amis ainsi que ma binôme Chaimaa à qui je souhaite tout le bonheur et la réussite dans la vie.

A tous ceux qui m'ont aidé, encouragé, conseillé, et tous ceux que j'aime et que je porte dans mon cœur.

Arabi Mouna

Merci à Dieu et à son aide qui nous ont aidés à atteindre cette étape, à la fin je dédie ce travail à l'ensemble de ma petite famille et plus particulièrement à mes parents, ma raison de vie mon cher papa Boulanouar Foudel. Amour, tendresse et aide ma chère mère Nassira Hamza.

A mes chères sœurs Fadila, Amel, Fatma, Hanifa, Zoulikha, Louiza, Sarah, Halima et mes chers frères Mouhammed et Rabah-Chamsou pour leur amour, leur confiance, leurs conseils ainsi que leur soutien inconditionnel qui m'a permis de réaliser les études pour lesquelles je me destine et par conséquent ce projet et ce mémoire. A tous mes enseignants et plus particulièrement le professeur de Coran Abde AL-Nasser Chazraoui, mon professeur d'école primaire Boulaakar Ahmed, à ma Première assistante à l'université qui m'a donnée toute la volonté et le courage de continuer le parcours académique Madame Korichi Amina, Madame Mohammedi Louiza et Madame Gueliane Nora qui nous a suivis tout au long de l'année pour obtenir ce succès.

A mes proches amis qui me donne leur mieux et plus particulièrement Mourad Smail qui m'a soutenu de tout son possible. Merci tout le monde.

Boulanouar Chaimaa

RÉSUMÉ ET MOTS CLÉS

Le développement et la préservation des céréales dans la conjoncture actuelle représentent une importance cruciale, d'autant plus qu'elle constitue la base de l'alimentation des Algériens. Une conjoncture dans laquelle l'Algérie est appelée à consolider ses capacités de stockage, et de production des céréales, afin d'assurer la sécurité alimentaire nationale. Ainsi, un centre de développement et de préservation des céréales devient un équipement d'extrême importance. À partir de ce constat, notre travail consiste à élucider comment réaliser un centre de développement et de préservation des céréales tout en respectant une architecture bioclimatique ? Pour cela, nous avons opté à projeter le projet sur un terrain à vocation agricole, dans la partie Sud de la commune de Rouïba.

Afin de répondre à notre problématique, nous avons mobilisé, dans un premier temps, une recherche documentaire et bibliographique sur le thème du centre de développement et de préservation des céréales, sur l'architecture bioclimatique et ses principes. Dans un deuxième temps, nous avons procédé à l'analyse de site d'étude. Les outils mobilisés étaient les entretiens (ouvert et semi-directifs) avec différentes administrations à Tizi Ouzou, et Rouïba, l'observation avec la prise de photos, et les visites de terrains effectuées le long de l'année 2022 et 2023. Le croisement de la recherche documentaire et du travail de terrain, nous a permis de structurer notre mémoire en trois chapitres dédiés au thème, à l'études d'exemples, à l'analyse de site, et à la programmation quantitatif et qualitatif. Enfin, nous avons matérialisé les différents concepts et principes théoriques par la proposition d'une conception d'un centre de développement et de préservation des céréales national à Rouïba.

Mots-clés: Centre de développement et de préservation des céréales, architecture bioclimatique, Rouïba.

ABSTRACT AND KEYWORDS

The development and preservation of cereals in the current economic situation in the world is of crucial importance, especially since it constitutes the basis of the diet of Algerians. A context in which Algeria is called to consolidate its storage capacity, and production of cereals, in order to ensure national food security. Thus, a national cereal development and preservation centre becomes an extremely important asset. Based on this observation, our work consists in elucidating how to realize a center of development and preservation of cereals while respecting a bioclimatic architecture? To do this, we opted to project the project on an agricultural land in the southern part of the municipality of Rouïba.

In order to respond to our problem, we first mobilized a documentary and bibliographic research on the theme of the centre for the development and preservation of cereals, on bioclimatic architecture and its principles. Secondly, we carried out the study site analysis. The tools mobilized were interviews (open and semi-directional) with different administrations in Tizi Ouzou, and Rouïba, observation with the taking of photos, and field visits carried out throughout the year 2022 and 2023. The intersection of documentary research and fieldwork has allowed us to structure our brief in three chapters dedicated to the theme, studies of examples, site analysis, and quantitative and qualitative programming. Finally, we materialised the various theoretical concepts and principles by proposing a design for a national cereal development and preservation centre in Rouïba.

Keywords: Cereal development and preservation centre, bioclimatic architecture, Rouïba.

TABLE DES MATIÈRES

Remerciement	I
Dédicace	II
Résumé et mots clés	IV
Table des matières	VI
Tables des illustrations	VII
Introduction	01
 Chapitre 01 : Centre de Développement et de Préservation des Céréales, un outil durable pour la sécurité alimentaire	
I. Le centre de développement et de préservation des céréales et la sécurité alimentaire.....	05
II. Structuration d'un centre de développement et de préservation des céréales.....	08
III. L'architecture bioclimatique et ses principes.....	12
IV. Le centre de développement et de préservation des céréales au niveau mondial.....	21
1. Le centre de stockage des céréales au Maroc.....	21
2. La réserve mondiale de semences du Svalbard en Norvège.....	31
3. L'institut de recherche à Wageningen, Pays-Bas.....	35
 Chapitre 02 : Une bioclimatologie spéciale, Rouïba un pôle agricole stratégique pour un centre de développement et de préservation des céréales	
I. Rouïba un pôle stratégique agricole à exploiter.....	43
II. Présentation du terrain d'intervention.....	44
III. La maîtrise de la topo-climatologie de Rouïba pour un centre durable.....	49
 Chapitre 03: Programme et conception architecturale	
I. Le programme quantitatif.....	55
II. Le programme qualitatif.....	61
III. Idée de projet.....	63
IV. Concepts de base.....	63
V. Genèse de projet.....	66
VI. Description de projet.....	73
VII. Aspect bioclimatique.....	78
VIII. Aspect structurel et constructif.....	84
 Conclusion générale	 94
Bibliographie	96
Annexes	101

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 01: Schéma technologique qui résume le circuit des denrées au cours du stockage.....	08
Figure 02: Serre écologique verticale.....	12
Figure 03: L'architecture bioclimatique place l'occupant au centre de ses préoccupations.....	13
Figure 04: Stratégie du froid en été.....	14
Figure 05: Stratégie de chaud en hiver.....	14
Figure 06: L'intégration du projet dans son contexte.....	15
Figure 07: La forme compacte.....	16
Figure 08: Disposition conseillée des pièces.....	16
Figure 09: La stratégie de l'éclairage naturel.....	17
Figure 10: Exemple sur l'utilité de l'isolation thermique de l'ensemble de l'enveloppe du bâtiment...	18
Figure 11: Exemple qui montre les avantages de la toiture végétalisée.....	19
Figure 12: Schéma d'une maison écologique.....	19
Figure 13: Les principes clés de la conception bioclimatique.....	20
Figure 14: Le centre de stockage des céréales au Maroc.....	22
Figure 15: Le plan d'implantation du projet.....	23
Figure 16: Plan d'axe de déplacement pour la réception.....	23
Figure 17: Plan d'axe de déplacement pour l'expédition.....	23
Figure 18: La disposition des installations de projet.....	26
Figure 19: Le plan de rez-de-chaussé.....	28
Figure 20: Le plan de premier étage.....	28
Figure 21: Le plan de 7 ^{ème} étage.....	28
Figure 22: La façade de l'est.....	29
Figure 23: Coupe verticale AA' de l'est.....	29
Figure 24: Façade de sud.....	29
Figure 25: Coupe BB'.....	29
Figure 26: Plan de rez-de-chaussé.....	30
Figure 27: Plan de premier étage.....	30
Figure 28: La réserve mondiale de semences de Svalbard en Norvège.....	32
Figure 29: Plan de situation de la réserve mondiale de Svalbard.....	34
Figure 30: Coupe longitudinale de la réserve mondiale de Svalbard.....	34
Figure 31: Dépôt des grains.....	34
Figure 32: Les enveloppes de semences.....	34
Figure 33: Vue en plan de la réserve mondiale de Svalbard.....	34
Figure 34: Le long couloir d'accès.....	34
Figure 35: L'institut de recherche de Wageningen, Pays- Bas.....	35
Figure 36: Maquette de l'institut de recherche agronomique.....	36
Figure 37: Schéma de l'orientation de l'institut de racherche agronomique.....	36
Figure 38: Organigramme spatial de l'institut de recherche.....	37
Figure 39: L'occupation au sol de l'institut de recherche.....	37
Figure 40: Plan de rez-de-chaussé de l'institut de recherche.....	38
Figure 41: Plan de l'étage de l'institut de recherche.....	38
Figure 42: Organigramme spatial de l'institut de recherche.....	39
Figure 43: Des illustrations qui montrent le confort visuel.....	40
Figure 44: Schéma explicatif	40
Figure 45: Illustration de l'espace intérieur de projet.....	41
Figure 46: Coupe schématique de circuit d'air dans le projet.....	41

Figure 47: Coupe schématique du projet.....	42
Figure 48: Site d'intervention par rapport à son environnement immédiat.....	45
Figure 49: Le PDAU d'Alger.....	47
Figure 50: Le PDAU d'Alger.....	47
Figure 51: Situation de la parcelle d'intervention.....	47
Figure 52: Plan de situation de notre site.....	48
Figure 53: Interventions urbaines.....	49
Figure 54: Le site entre le climat et l'environnement.....	51
Figure 55: Coupe AA.....	51
Figure 56: Diagramme de Givoni.....	53
Figure 57: Organigramme fonctionnel de l'équipement.....	56
Figure 58: Organigramme des usagers et des utilisateurs.....	60
Figure 59: Organigramme des fonctions et des activités.....	62
Figure 60: Schéma conclusif.....	65
Figure 61: Composition architecturale du projet (vue de l'ouest).....	76
Figure 62: Composition architecturale du projet (vue de l'est).....	77
Figure 63: Schéma explicatif du fonctionnement de panneau photovoltaïque.....	79
Figure 64: Détail de fixation d'un panneau solaire.....	79
Figure 65: Rôle de la végétation choisie.....	80
Figure 66: Coupe schématique d'une fenêtre double vitrage.....	81
Figure 67: Illustration qui montre le rôle de double vitrage.....	81
Figure 68: Détail de fixation de la fibre de bois.....	82
Figure 69: Mur rideau en béton.....	83
Figure 70: Exemple qui montre l'utilisation d'un vitrage photovoltaïque.....	84
Figure 71: Poutrelle alvéolaire.....	84
Figure 72: Détail d'un plancher collaborant.....	84
Figure 73: Détail de fixation d'un poteau métallique.....	85
Figure 74: Détail de fondation de la structure métallique.....	86
Figure 75: Détail de la construction avec une semelle isolée.....	86
Figure 76: Détail de fixation d'un mur rideau.....	87
Figure 77: Des illustrations qui montre les avantages d'une pergola bioclimatique.....	88
Figure 78: Des illustrations qui montrent le fonctionnement de pergola	88
Figure 79: Traitement de la façade principale.....	89
Figure 80: Traitement de la façade sud.....	90
Figure 81: Traitement de la façade ouest.....	91
Figure 82: Photos de rendu du projet.....	92
Figure 83: Photos de maquette du projet.....	93
Tableau 01: Les différentes installations du projet.....	24
Tableau 02: Les différents espaces qui compose le bâtiment annexe.....	25
Tableau 03: Les équipements nécessaires pour les installations du projet.....	29
Tableau 04: Les moyennes de température et d'humidité relative.....	52
Tableau 05: Les carences et les atouts du site et de son climat.....	54
Tableau 06: Tableau surfacique du projet.....	59

INTRODUCTION

Avec le ralentissement des échanges économiques, en raison de la pandémie (Covid 19, 2020), l'économie mondiale plonge dans une grave récession (Vorisek, 2020). Cette crise a entraîné à la fois un choc d'offre et un choc de demande conduisant à la baisse de l'activité économique (Kuma, 2020). Cette crise sanitaire et ses impacts, ont remis en avant la question de la sécurité alimentaire. Particulièrement des pays qui dépendent de l'importation des matières premières, notamment les céréales. Une sécurité alimentaire en péril, surtout si on ajoute à cela le problème du réchauffement climatique avec ses graves conséquences sur la production agricole, la sécheresse et les mégas feux, etc.¹ La guerre Ukrano-Russe (2022) a encore aggravée la situation. Puisque « l'Ukraine est le grenier à blé de l'Europe » et 74% de sa production est exporté chaque année à l'étranger grâce à des terres qui sont parmi les plus fertiles au monde (Waintrop, 2022).² Dans ces conditions, les pays en risque d'insécurité alimentaire³ sont ceux les plus vulnérables aux importations des céréales de l'Ukraine et de Russie, parmi eux: l'Egypte, premier importateur du blé dans le monde.⁴ Puis, l'Indonésie avec une importation de 10,4 millions de tonnes, ce gros chiffre d'achat est lié à la forte population qui consomme beaucoup plus les pâtes et le pain. Dans la troisième position nous trouvons la Turquie qui importe environ 8,1 millions de tonnes en raison de sa grande consommation par la population. Ensuite, l'Algérie dans la quatrième position, avec 7,7 millions de tonnes vu les changements climatiques qu'elle a vécu et le manque des infrastructures de stockage de cette matière première (MAP2, 2022).

¹ «L'agriculture est l'une des principales victimes du dérèglement climatique. En effet, face aux aléas climatiques extrêmes et à la pression anthropique, les exploitations agricoles du territoire se retrouvent de plus en plus fragilisées et menacent donc directement la souveraineté alimentaire.» (INRAE, 2022). «Sans oublier les vagues de chaleur, les sécheresses, la désertification, la salinisation des terres, les variations imprévisibles de la pluviométrie, la réduction des réserves en eau par endroits, les inondations et la prolifération des parasites et des maladies» (INRAE, 2022). Les pays les plus touchés par ce phénomène: Somalie, Haïti, Djibouti, Le Kenya, Le Niger, Afghanistan, Guatemala, Madagascar, Burkina Faso et Zimbabwe. (Viviani, 2021)

² «Nous sommes en guerre, nous continuons à produire les céréales mais les récoltes vont baisser. Pour les agriculteurs ce n'est pas rentable de produire des céréales », a déclaré Nikolay Gorbachy. Donc, après une récolte de 106 millions de tonnes en 2021 avant l'invasion russe à une récolte de 65 millions de tonnes après l'invasion et vers une nouvelle baisse de la production céréalière en 2023 pour atteindre 53 millions de tonnes. Cependant, « pour la sécurité alimentaire nationale ukrainienne, ça ira. Mais si l'Ukraine ne peut pas exporter ces 40 ou 50 millions. Les prix vont augmenter. L'Europe peut se le permettre, mais pas les pays en développement » affirme le président de l'UGA (Les Echos, 2023).

³ Selon l'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture « une personne est en situation d'insécurité alimentaire lorsqu'elle n'a pas un accès régulier à suffisamment d'aliments sains et nutritifs pour une croissance et un développement normaux et une vie active et saine. Cela peut être dû à l'indisponibilité de nourriture et/ou au manque de ressources pour se procurer de la nourriture » (FAO, 2021).

⁴ L'Egypte achète chaque année 12,1 millions de tonnes, d'ailleurs elle risque d'avoir une insécurité alimentaire vu que plus de la moitié de son importation vient de l'Ukraine.

Le secteur agricole algérien souffre d'une production insuffisante, surtout dans le domaine céréalier. En raison de plusieurs facteurs, dont les plus importants sont les facteurs météorologiques. En effet, « l'Algérie avait atteint un record de 6 millions de tonnes durant la campagne 2017/2018, avant de voir sa production baisser à 3,9 millions de tonnes 2018/2019 et se stabiliser au même niveau en 2019/2020 et chuter fortement, à 1,3 million de tonnes durant la campagne 2020/2021» (Benali, 2022). Bien que les céréales sont l'aliment de base des Algériens. Cette situation a mené l'Algérie à s'appuyer sur l'étranger pour nourrir son peuple. Elle importe chaque année environ 70% de ses besoins (Djaz agro, 2022). Ce qui fait d'elle parmi les principaux importateurs du blé dans le monde. Dans ces conditions, la sécurité alimentaire en Algérie continue de dépendre des importations de l'étranger. Cette dépendance constitue un risque important, surtout avec le contexte actuel (pandémie, guerre, crise économique). L'Algérie a besoin d'augmenter sa production locale pour garantir son autosuffisance alimentaire. Selon le Ministre de l'Agriculture et du développement rural Mohamed Abdelhafid Henni «L'Algérie est appelée à consentir tous les efforts nécessaires, vu la situation géostratégiques actuelle, d'autant que la filière céréalière connaît une importante augmentation des prix sur le marché international induite par une forte demande résultat des pressions géopolitiques actuelles» (Bouabla, 2022). A cet effet, la stratégie de l'Etat vise sur un programme qui va garantir la sécurité alimentaire du pays. Ce programme intervient en application des instructions du président de la république, Abdelmadjid Tebboune, concernant l'élargissement des capacités de stockage des céréales eu regard à leur importance notamment dans la réalisation de la sécurité alimentaire du pays. Ainsi, l'Algérie est appelée à augmenter les infrastructures de stockage des céréales pour leur préservation en raison de l'importance de cette matière première et face à la situation actuelle affirme le Ministre de l'Agriculture que pour l'Algérie, il est important de disposer de grands des capacités de stockage afin de faire face à toutes les éventualités. En outre, l'ingénieur et expert agricole, Ahmed Malha souligne que le développement de la filière céréalière est aussi une stratégie nécessaire (Ettouhria, 2022). De ce fait, le thème de développement et de préservation des céréales devient une priorité. Ainsi, un centre de préservation et de développement des céréales s'impose. D'une part, pour développer le domaine céréalier, d'autre part pour la préservation de cette matière première. Un centre de développement et de préservation des céréales devient donc un projet national d'extrême importance pour consolider l'autosuffisance et assurer la sécurité alimentaire du pays.

A partir de ce constat, on s'interroge comment concevoir un centre de développement et de préservation des céréales, tout en respectant une architecture bioclimatique ? Une série de questionnements s'imposent. Qu'est-ce qu'un centre de développement et de préservation des céréales? Comment peut-on le réaliser tout en respectant une architecture bioclimatique et les contraintes liées au contexte Algérien ?

Pour répondre à ces interrogations, nous avons choisi d'intervenir dans un site qui se trouve dans la commune de Rouïba. Une commune dans la banlieue algéroise, à 31 Km à l'est de la wilaya d'Alger, à 25 Km à l'ouest de la wilaya de Boumerdes et à 7 Km de la mer Méditerranée. Rouïba est à vocation agricole et industriel, d'une superficie de 4325ha. Le choix de Rouïba est motivé par plusieurs raisons. D'abord, elle est considérée comme la première productrice des céréales sur la wilaya d'Alger avec une superficie de 75 hectares. Sa situation stratégique entre deux pôles nationaux Alger et Boumerdes, ce qui fait qu'elle est un site important au cœur de la riche plaine de Mitidja.⁵ Enfin, Rouïba exerce un rôle considérable dans le développement économique, vu la présence des zones à urbanisation future destinées à des activités économiques. Le terrain d'intervention sélectionné doit répondre à certains critères liés au projet. Il doit être loin des agglomérations de la population, car ce type d'équipement a un impact sur l'environnement. Il doit également être proche de la route nationale pour faciliter le transport de la production céréalière. Ainsi, après avoir consulté le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme (PDAU) de Rouïba et suivant les orientations du chef service de construction et d'urbanisme de l'APC nous avons sélectionné une assiette située dans la partie nord-ouest de la commune de Rouïba, d'une superficie d'environ 2 hectares. Elle est située dans une zone à vocation agricole à proximité de l'office Algérien Interprofessionnel des céréales(OAIC). L'assiette a une bonne accessibilité, par la route nationale 5(RN5), proche de la gare ferroviaire, de l'Autoroute 11(A11).

L'objectif de ce travail est de comprendre le concept d'un centre de développement et de préservation des céréales, son impact sur la sécurité alimentaire et comment nous pouvons par la suite concevoir un projet, selon les lois et les réglementations algériennes, tout en respectant une architecture bioclimatique. Pour atteindre nos objectifs, nous avons, d'abord, entamé une recherche bibliographique (des articles, des livres), puis une analyse des différents documents recueillis. Cette phase nous a permis d'élucider des aspects liés au projet, un centre de développement et de préservation des céréales et au concept de l'architecture bioclimatique. Par la suite, nous avons lancé une enquête de terrain. Nous avons ainsi pu collecter des textes juridiques, des lois qui gèrent ce type d'équipement en Algérie. Pour cela, nous sommes orientées vers différentes directions concernées (la direction de l'environnement, la direction de construction et d'urbanisme de la wilaya de Tizi Ouzo). À partir des entretiens effectués, nous avons déterminé les conditions et des paramètres du choix du site pour notre projet. Nous nous sommes également entretenus avec des responsables à l'institut de

⁵« La plaine de la Mitidja est une plaine littorale étroite et longue d'une centaine de kilomètres. Elle bénéficie d'un climat méditerranéen favorable à l'activité agricole» (Termeche, 2020; Rabiah, 2020). «Des sols riches avec une bonne aptitude à l'irrigation, un climat favorable (284 mm à 951 mm de précipitations par an), une longue expérience de l'agriculture irriguée (arboriculture et maraîchage), une grande capacité de stockage et de conditionnement des produits agricoles à côté d'une forte densité d'implantation de l'industrie agro-alimentaire.» (Termeche, 2020;Rabiah, 2020)

technologie et moyen agricole spécialisé en agriculture de montagne (ITMAS) à Boukhalfa (Tizi Ouzo), la coopérative des céréales et légumes secs (CCLS) à Draa Ben Khada (Tizi Ouzo), la direction de service agricole (DSA) à Tizi Ouzo, ainsi que l'office Algérien interprofessionnel des céréales (CCLS) à Rouïba. Les entretiens effectués nous ont permis de mieux comprendre ce que c'est un centre de développement et de préservations des céréales. Nous nous sommes, également, rapprochés de l'APC de Rouïba, service d'urbanisme, pour choisir une assiette d'intervention et nous avons pu récupérer le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme (le PDAU)⁶. Après quoi, on s'est rendu à la direction de la subdivision de l'agriculture de Rouïba, le directeur, Cheirat Faycel, a bien accueilli l'idée de notre projet, et nous a donné plus d'informations sur le site (la morphologie de terrain, ses limites, la surface, la nature de sol, etc.). Il nous a également donné accès au plan de masse, le plan cadastrale, ainsi que les réglementations appliquées aux équipements construits sur des terrains agricoles. Enfin, en plus de la recherche documentaire, des entretiens, on a fait de multiples visites sur le terrain d'intervention. Nos visites été accompagnées de prises de notes, prises de photos, et d'observation (l'accessibilité vers le site, son environnement immédiat, les infrastructures phares qui se trouvent dans les alentours).

Notre travail est structuré en trois chapitres, qui répondent à la problématique et aux questionnements de notre recherche. Dans le premier chapitre, nous sommes revenus sur le concept d'un centre de développement et de préservation des céréales, sa définition, son importance, sa structuration. Ensuite, toujours dans le premier chapitre, nous avons traité de l'architecture bioclimatique et ses principes. Puis, nous avons analysé trois exemples à l'échelle internationale. Le premier est le centre de stockage des céréales au royaume du Maroc qui va nous aider à comprendre le fonctionnement de l'entité de préservation des céréales. Le deuxième exemple est l'institut de recherche à Wageningen aux Pays-Bas qui va être au service de l'entité de développement des céréales et le dernier exemple est la réserve mondiale de semences du Svalbard, pour savoir comment arriver à préserver la culture céréalière. Dans le deuxième chapitre nous avons fait une analyse du site d'intervention, sa situation, son accessibilité, sa morphologie, son environnement immédiat, son climat. Enfin, dans le troisième chapitre nous avons élaboré un programme quantitatif et qualitatif pour notre projet. Par la suite, nous avons expliqué l'idée de notre projet, les concepts utilisés lors de la conception, la genèse de la conception architectural, les aspects bioclimatiques mis en œuvre ainsi que les solutions architecturales et constructives adoptées. Nous terminons, enfin par le dossier technique du projet (les différents plans, les façades, la 3D)

⁶ Le plan d'occupation au sol (POS) de la zone d'intervention est incomplet.

CHAPITRE 01 : CENTRE DE DÉVELOPPEMENT ET DE PRÉSERVATION DES CÉRÉALES, UN OUTIL DURABLE POUR LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

L'objectif de ce chapitre est d'élucider ce qui est un centre de développement et de préservation des céréales en général et dans le contexte Algérien en répondant à la question: Comment un centre de développement et de préservation des céréales peut assurer la sécurité alimentaire Algérienne? Pour cela, nous allons d'abord essayer de comprendre ce qu'est un centre de développement et de préservation des céréales, sa structuration, les fonctions qu'il assure, son importance, cela à travers une recherche théorique sur le thème. Puis, dans la recherche conceptuelle, nous nous pencherons en particulier à la contribution de l'architecture bioclimatique dans la réalisation de ce type d'établissement, pour obtenir le confort adéquat de manière la plus naturelle possible. Par la suite, nous allons étudier un ensemble d'exemples s'inscrivant dans le même concept que celui de notre projet. L'objectif est de clarifier comment un centre de développement et de préservation des céréales est réalisé, son programme, son fonctionnement. Dans cette phase, on tentera de répondre à la question : Comment fonctionne un centre de développement et de préservation des céréales et quelles sont les espaces nécessaires pour assurer son bon fonctionnement ?

I — LE CENTRE DE DÉVELOPPEMENT ET DE PRÉSERVATION DES CÉRÉALES ET LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

Un centre de développement et de préservation des céréales est une institution dédiée à la recherche, au développement et à la conservation des céréales. Son objectif principal est d'améliorer la production, la qualité et la durabilité des cultures céréalières, tout en veillant à la préservation des ressources génétiques des céréales. C'est un établissement classé sous la protection de l'environnement dont la mission est le stockage de grandes quantités de production à travers des réservoirs (les silos), et l'offert de nouvelles normes de production aux agriculteurs et une meilleure qualité aux consommateurs. Ce qui nous intéresse dans ce travail c'est l'Algérie qui est appelée à sécuriser ses réserves de céréales. Chose sur laquelle la présidence à insister, puisque le Président Abdelmadjid Tebboune a confirmé sur l'impératif de renforcement des capacités nationales de stockage des céréales en vue d'augmenter les réserves nationales stratégiques de cette denrée (Irmatene, 2022). En outre, l'agronomiste Ali Daoudi relève sur la nécessité d'élaborer un programme de recherche pour le développement de la filière céréalière. Il explique « le besoin d'engager un

véritable programme de recherche sur les céréales, sur une dizaine d'années, qui traite de l'ensemble des aspects de céréales, à l'instar du matériel génétique, du travail du sol, des techniques d'irrigation et jusqu'au techniques de stockage » (Bouabla, 2022). Ces décisions ont été prises face à la situation actuelle que vit le monde et face aussi aux effets du réchauffement climatique dans le but de renforcer la sécurité alimentaire Algérienne. A cet égard vient s'inscrire le centre de développement et de préservation des céréales dans le contexte Algérien.

Concernant le développement de la culture céréalière qui est un processus essentiel pour assurer la sécurité alimentaire, l'Algérie a adopté une stratégie dont l'objectif majeur est la contribution à travers la recherche au développement et à la modernisation du secteur agricole. D'une part, par la sélection de variétés adaptées. Le développement de variétés de céréales adaptées aux conditions locales est crucial. Cela implique la sélection de variétés résistantes aux maladies, aux ravageurs et aux conditions climatiques spécifiques de différentes régions de l'Algérie. Les variétés améliorées peuvent offrir une meilleure qualité et une résilience accrue aux agriculteurs (Abdenour, 2022). Mais aussi par l'introduction de nouvelles techniques de production toujours plus performantes et l'adoption de pratiques agricoles durables (Cruz et autres, 2016). Cela comprend l'utilisation efficace des ressources naturelles telles que l'eau et les nutriments du sol, la gestion intégrée des ravageurs et des maladies. L'ingénieur et expert agricole Ahmed Malha confirme: «il était important de réfléchir à des projets dans ce domaine, outre la nécessité de soutenir les agriculteurs avec des machines et des équipements pour les aider à récolter le produit de la manière la plus appropriée» (Ettouhria, 2022). Il s'agit également du renforcement de la production locale des semences pour préserver les gènes agricoles locaux. De plus, les agriculteurs ont besoin d'un accès adéquat aux intrants agricoles tels que les semences de qualité, les pesticides et les outils agricoles (Bouabla, 2022).

Concernant la préservation des céréales l'Algérie veut compter sur son stock de sécurité et en finir avec l'importation (Assoko, 2022). La préservation des ressources génétiques des céréales est essentielle pour maintenir la diversité génétique et préserver les caractéristiques uniques des différentes variétés. Cela implique la collecte, le stockage et la conservation des échantillons de graines. La sélection et stockage des semences de qualité sont essentielles pour une culture céréalière saine et productive. La sélection de semences de qualité, exemptes de maladie et ayant une bonne viabilité, est importante. De plus, les semences doivent être stockées dans des conditions appropriées pour éviter la détérioration, notamment en contrôlant l'humidité, la température et la protection contre les parasites (Algérie presse service, 2019). En outre, il est important de dissocier les mots stockage et conservation malgré que ces deux dernières ont des significatifs proches. Le stockage est une opération qui consiste à l'entreposage des céréales suivant des normes et des règles qui lui permettent une bonne conservation. Donc la finalité de stockage c'est la conservation (Coordination d'Afrique

verte Burkina Faso, 2004; Programme ACM2, 2019). A cet égard, le bon stockage et la bonne conservation ont pour but de préserver au maximum les qualités originelles des céréales, pour cela ces denrées alimentaires cultivés doivent être conservé convenablement suivant des conditions de stockage (Ndiaye, 1999). De ce fait, la maîtrise des techniques et des conditions de stockage et de conservation des céréales en tenant compte des normes est une nécessité pour bien protéger le produit des facteurs externes (humidité, pluies, forte chaleur, insectes, etc.), chose qui va minimiser les pertes quantitativement et qualitativement (Coordination d'Afrique verte Burkina Faso, 2004; Programme ACM2, 2019).

Nul ne remet en cause le rôle du centre de développement et de préservation des céréales dans la sécurité alimentaire du pays⁷. Ainsi, notre projet est placé au centre de cette démarche et repose sur les quatre piliers⁸ de la sécurité alimentaire. D'abord, la disponibilité de la nourriture à travers l'introduction des nouvelles techniques agricoles de production ainsi que d'irrigation, le développement de nouvelles gènes qui peuvent résister aux maladies et s'adapter aux différents types du climat en Algérie, ce qui va augmenter progressivement la quantité de la production céréalière locale et la rend disponible en tout moment, et qui va renforcer aussi la capacité du pays à fournir la nourriture suffisante pour la population. En outre, la qualité de l'alimentation qui permet de fournir des aliments sains et nutritives, assuré par les bonnes pratiques de transport, de stockage et de conservation des céréales. Enfin, l'accès à l'alimentation qui est renforcé par la présence de ce type d'équipement qui a une grande capacité de stockage des céréales chose qui va faciliter à la population l'accès pour acheter leur alimentation en tout moment. De ce fait, cet équipement est une source importante de nutriments essentiels pour l'être humain et un acteur clé pour assurer la sécurité alimentaire. A ce propos, le Premier ministre Algérien Aïmene Ben Abderrahmane (en fonction depuis 30 juin 2021) a souligné «l'importance de cette réalisation entrant dans le cadre de concrétisation de la sécurité alimentaire du pays en améliorant la production nationale de céréales» (Abdenour, 2022).

⁷La sécurité alimentaire est une priorité mondiale. Selon la définition donnée par le sommet mondial de l'alimentation de Rome en 1996: « la sécurité alimentaire existe lorsque tous les êtres humains ont à tout moment un accès physique et économique à une nourriture suffisante saine et nutritive leur permettent de satisfaire leurs besoins alimentaires pour mener une vie saine et active». Voir : URL: <http://archive.ipu.org/splz-f/rome98.htm>, consulté le 1 décembre 2022.

⁸La sécurité alimentaire repose sur quatre piliers. D'abord, l'accès qui représente la capacité de la population d'acheter ses besoins alimentaires à tout moment donné. En outre, la disponibilité qui se matérialise par la capacité d'un pays de garantir une production alimentaire suffisante à la population. On a aussi la qualité de l'alimentation qui se traduit par la disponibilité d'une nourriture saine et nutritive. Enfin, la régulation en ce qui concerne les prix qui doivent être raisonnable (Mekid, Talbi, 2018).

II — STRUCTURATION D'UN CENTRE DE DÉVELOPPEMENT ET DE PRÉSERVATION DES CÉRÉALES

Un centre de développement et de préservation des céréales est structuré suivant deux entités principales. La première est l'entité de préservation des variétés traditionnelles de céréales pour garantir leur diversité génétique et leur utilisation future. La deuxième, c'est celle de la recherche et de développement de nouvelles variétés de céréales. D'abord, nous avons l'entité de préservation des céréales où le stockage des grains implique plusieurs étapes suivant une succession des activités qui sont reliées l'une à l'autre (*cf.* fig. 1).

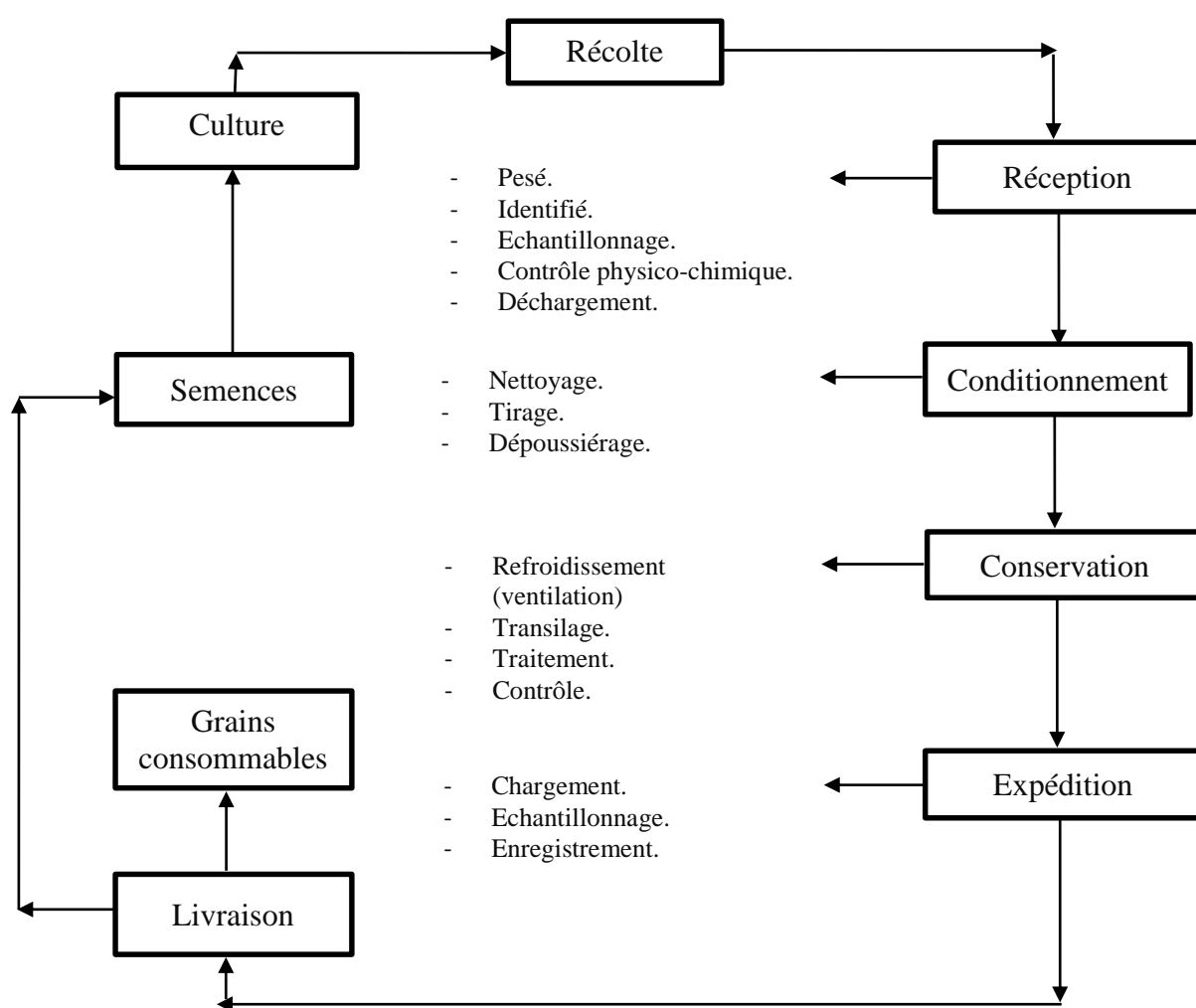


Figure 01: Schéma technologique qui résume le circuit des denrées au cours du stockage de la réception de la marchandise jusqu'à sa livraison, **source :** Matouk, 2019.

Le schéma résume les étapes de stockage de la culture céréalière avec les opérations nécessaires à effectuer dans chaque étape. Le but est d'obtenir une meilleure conservation de ces denrées alimentaires. Après la récolte, les céréales cultivées sont collectées et dirigées vers l'entité de

stockage. Leur livraison s'effectue par remorque ou camion. Les produits réceptionnés doivent être de bonne qualité. Pour cela, il faut affecter des contrôles justes à la réception. Un échantillon est prélevé et des analyses physico-chimiques sont faites. Celles-ci concernant sa teneur en eau, sa masse volumique, sa température, etc., afin de s'assurer de la qualité du produit. Il est impératif de vérifier visuellement et olfactivement son odeur, sa couleur, sa forme et sa taille. Un autre contrôle dans la phase de réception est nécessaire, celui de la propreté intérieur et extérieur du moyen de transport, vérifier s'il est à nettoyer la benne en cas de transport d'un produit autre que des grains. Il faut vérifier si celui-ci a assuré et respecté les bonnes conditions de transport et d'hygiène. Une fois que tous ces éléments vérifiés, la bonne qualité est assurée, les céréales sont acheminées vers le conditionnement (Ndiaye, 1999; Matouk, 2019; Dila, 2011).

Durant la phase de conditionnement, les céréales réceptionnées sont nettoyées et triées pour éliminer la poussière, les impuretés et les grains cassés. Une fois nettoyé, elles doivent subir un processus de séchage avant le stockage dans le but de réduire la teneur en humidité des céréales. L'humidité doit être maintenue à un niveau optimal pour éviter la croissance de moisissures, de bactéries ou de parasites. Lorsque l'opération de séchage est achevée, le produit est conservé. Pendant la période de stockage, les céréales doivent être régulièrement surveillées pour détecter les signes de détérioration, d'infestation, de moisissures ou de tout autre problème. Alors, des mesures correctives sont effectuées à travers l'utilisation d'un système de ventilation et de transilage pour surveiller et régler la température et l'humidité. Une gestion efficace des stocks est essentielle pour assurer la rotation appropriée des céréales et éviter les pertes dues à une conservation prolongée. Les céréales doivent être surveillées en termes de qualité, de quantité et de durée de stockage, et des plans de rotation des stocks doivent être établis pour s'assurer que les céréales les plus anciennes sont utilisées en premier. Enfin, la dernière phase est l'expédition et la livraison de denrées alimentaires stockées y compris le transport routier et ferroviaire. Ainsi, avant que la marchandise ne soit transférée, un échenillage doit être effectué pour contrôler la qualité du produit destiné à la consommation (Matouk, 2019; Dila, 2011; ONICL, 2006; Coordination d'Afrique verte Burkina Faso, 2004).

La conservation des céréales est assurée par des silos qui sont des structures spécialement conçues pour conserver les céréales dans des conditions optimales jusqu'à leur utilisation ultérieure pour la transformation ou la consommation humaine. Ces silos offrent un environnement contrôlé pour préserver la qualité des céréales sur une période prolongée. Les silos de stockage sont équipés de systèmes de ventilation pour réguler la température et l'humidité à l'intérieur du silo. Une bonne circulation de l'air est essentielle pour prévenir la condensation, l'accumulation d'humidité et la formation de moisissures. Encore, la sécurité est primordiale dans les silos de stockage des céréales. Des mesures de sécurité appropriées doivent être prises pour prévenir les accidents liés à l'accès aux

silos, aux émanations de gaz ou aux risques d'incendie. Tout d'abord, il est essentiel de former tous les travailleurs qui interviennent dans les opérations liées aux silos sur les risques associés et les mesures de sécurité à prendre. La sensibilisation aux procédures de sécurité, aux protocoles et aux équipements de protection individuelle est cruciale. De plus, les silos doivent être clairement marqués et l'accès aux zones dangereuses doit être strictement restreint aux personnes autorisées uniquement. Des panneaux de signalisation et des dispositifs de verrouillage et déverrouillage peuvent être utilisés pour contrôler l'accès. Il est notamment important de surveiller régulièrement les conditions environnementales à l'intérieur des silos notamment la concentration en oxygène, la présence de gaz toxiques ou inflammables. Des détecteurs de gaz appropriés peuvent être installés pour alerter en cas de situation dangereuse. Ils doivent être aussi équipés de systèmes de détection et d'extinction d'incendie adéquats. Des extincteurs, des alarmes incendies et des plans d'évacuation doivent être régulièrement vérifiés (Douman Dji et autres, 2003; Khimada, 2014).

Les silos peuvent être soit en béton armé soit en métal. Le silo métallique se caractérise par un montage rapide et facile, une légèreté qui lui permet d'être implanté dans tous types de terrain. Certes moins coûteux, mais, les céréales stockés dans ce type de silo sont en risque de développer des bactéries à cause de la faible épaisseur de paroi et le nettoyage difficile (difficulté d'accès). Ce qui va impacter directement la qualité du produit. De plus, le stockage des céréales dans les silos métalliques est limité à une hauteur bien définie (Hacini, 2016; Apprendre en ligne, 2012). Par contre, «la plupart des silos de grande capacité en Algérie sont construits en béton armé. Le béton armé qui présente des caractéristiques très intéressantes pour la construction d'installation de stockage» (Lerin, 1986). On parle ici d'un matériau durable qui possède une haute résistance mais aussi d'un matériau écologique. Toutefois, le béton armé présente quelque inconvénient. Il peut provoquer des fissurations qui laissent l'eau filtrer et donc impacter la qualité du produit. Il est très lourd ce qui ne permet pas de l'utiliser sur des terrains accidentés. Sans oublier le délai d'exécution relativement prolongés par rapport à la construction métallique (Bouzidi, 2013).

Concernant la deuxième entité, elle est dédiée spécifiquement à la recherche, au développement et à l'amélioration des cultures céréalières. Elle joue un rôle essentiel dans l'avancement des connaissances et des technologies liées aux céréales, ainsi que dans la promotion de pratiques agricoles durables et de la sécurité alimentaire. Elle «rassemble plusieurs équipes de recherche de taille variable, qui ont chacune leur propre sujet d'étude mais dans un domaine commun et une stratégie commune» (Gin, 2019). Les équipes de recherches sont composées de scientifiques, de chercheurs, de techniciens et d'autres professionnels de la recherche. Pour que ces équipes de recherche puissent travailler d'une manière appropriée, une organisation est mise en place pour l'avancement des recherches. Elle dispose généralement de laboratoires équipés pour mener des

expériences, des analyses et des tests. Ces laboratoires sont spécialisés dans différents types d'analyse sur les céréales. On trouve une analyse physico-chimique, une analyse technologique, une analyse sanitaire ainsi qu'une analyse de panification (OLCEA, 2020). Le but de ces analyses est d'améliorer la production de la culture céréalière et offrir la bonne qualité aux consommateurs. En plus des laboratoires nous avons bibliothèque qui fournit un soutien essentiel aux chercheurs en facilitant l'accès à l'information, en offrant des services de recherches spécialisés et en aidant à la gestion des données. Elle joue un rôle central dans la promotion de la recherche et de l'innovation dans le domaine des céréales (Dahlia, 2011).

L'entité de recherche dispose aussi d'une serre écologique verticale qui permet aux chercheurs de tester et de valider les résultats de leurs recherches dans des conditions réelles (*cf.* fig. 2). À noter «Une serre verticale est un type de serre qui permet de cultiver des plantes en hauteur. Elle est généralement composée de plusieurs étages de plateaux ou de pots de culture disposés les uns au-dessus des autres, le tout étant fixé sur un support vertical» (Vedrenne, 2020). La serre verticale peut être réalisée avec plusieurs types des matériaux tels que le bois, le métal ou bien le plastique. De plus, elle est équipée par différents systèmes de chauffage, d'irrigation afin d'offrir des conditions idéales à la culture des plantes. Elle permet aussi de cultiver plusieurs types de variétés (Vedrenne, 2020). Par ailleurs et à fin de renforcer les compétences et les connaissances des chercheurs, des techniciens agricoles et d'autres professionnels travaillant dans le domaine céréalière, cette entité propose divers types de formation. Il y a une formation sur la qualité des céréales, une autre sur la détermination du pourcentage d'impuretés dans les céréales avec une formation de panification d'essai (OLCEA, 2019). Chaque formation vise à atteindre certains objectifs. La première a pour objectif la maîtrise des différentes analyses effectuées sur les céréales et la sensibilisation des gens sur la qualité de ces denrées alimentaires. Tandis que la deuxième vise à spécifier tout type d'impuretés qui peuvent attaquer les céréales ainsi que leur impact sur la qualité. En revanche, la dernière formation a pour mission de détecter l'influence des critères technologiques du blé sur la qualité du la semoule ou de la farine produite destiné à la consommation (OLCEA, 2019).



Figure 02 : Une serre écologique verticale, **source** : Vedrenne, 2020.

III — L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE ET SES PRINCIPES

« L'architecture bioclimatique est l'art de tirer le meilleur parti des conditions d'un site et de son environnement pour une architecture naturellement plus confortable pour ses utilisateurs » (Planas, 2019). On parle alors d'une conception bioclimatique lorsque l'architecture du projet exploite au maximum les ressources naturelles de son milieu (environnement, climat, site). Le but est de minimiser l'utilisation des énergies polluantes et non renouvelables, d'obtenir des conditions de vie agréables pour les occupants de bâtiment donc à construire un bâtiment sain pour l'homme et pour l'environnement (Chergui, Ben hamza, 2019 ; RT2012, 2021). En outre, les bâtiments qu'on construit doivent offrir les conditions de confort tant en hiver qu'en été. Pour cela la conception bioclimatique fait appel à des stratégies qui permettent de chauffer l'intérieur d'une construction en hiver et de le rafraîchir en été. La stratégie du chaud en hiver fait référence à une approche visant à maintenir une chaleur confortable à l'intérieur des bâtiments pendant la saison hivernale (*cf.* fig. 5). Elle consiste à capter l'énergie solaire à travers les surfaces vitrées orientées vers le Sud, puis, stocker les rayonnements solaires par l'utilisation des matériaux à forte inertie thermique tels que le béton, la brique et la pierre. La chaleur stocké est distribuer par la suite à l'intérieur de la construction soit par

convection ou rayonnement. A la fin, cette chaleur est conservée par l'utilisation de l'isolation thermique pour l'ensemble de l'enveloppe du bâtiment ce qui permet de maintenir le confort thermique. Par conséquent, le bâtiment est chauffé d'une manière naturelle gratuite donc les besoins de consommation d'énergie sont fortement réduits. La stratégie du froid en été fait référence à des mesures visant à maintenir une température agréable à l'intérieur des bâtiments pendant la saison estivale (cf. fig. 4). Elle utilise des éléments de protection solaire, tels que des auvents, des persiennes, des volets ou des stores, pour bloquer les rayons directs du soleil pendant les heures les plus chaudes de la journée. Cela empêche la surchauffe de l'intérieur de la maison et réduit la nécessité de refroidissement mécanique. Elle consiste à aérer et ventiler l'espace intérieure (ventilation par atrium qui joue le rôle d'un régulateur thermique et qui crée un microclimat à l'intérieur du bâtiment). La stratégie du froid en été vise aussi à minimiser les apports thermiques à l'intérieur de la construction à travers le degré d'inertie des parois (Econo écolo, 2020, eRT2012, 2021; Lavoye et autres, 2008).

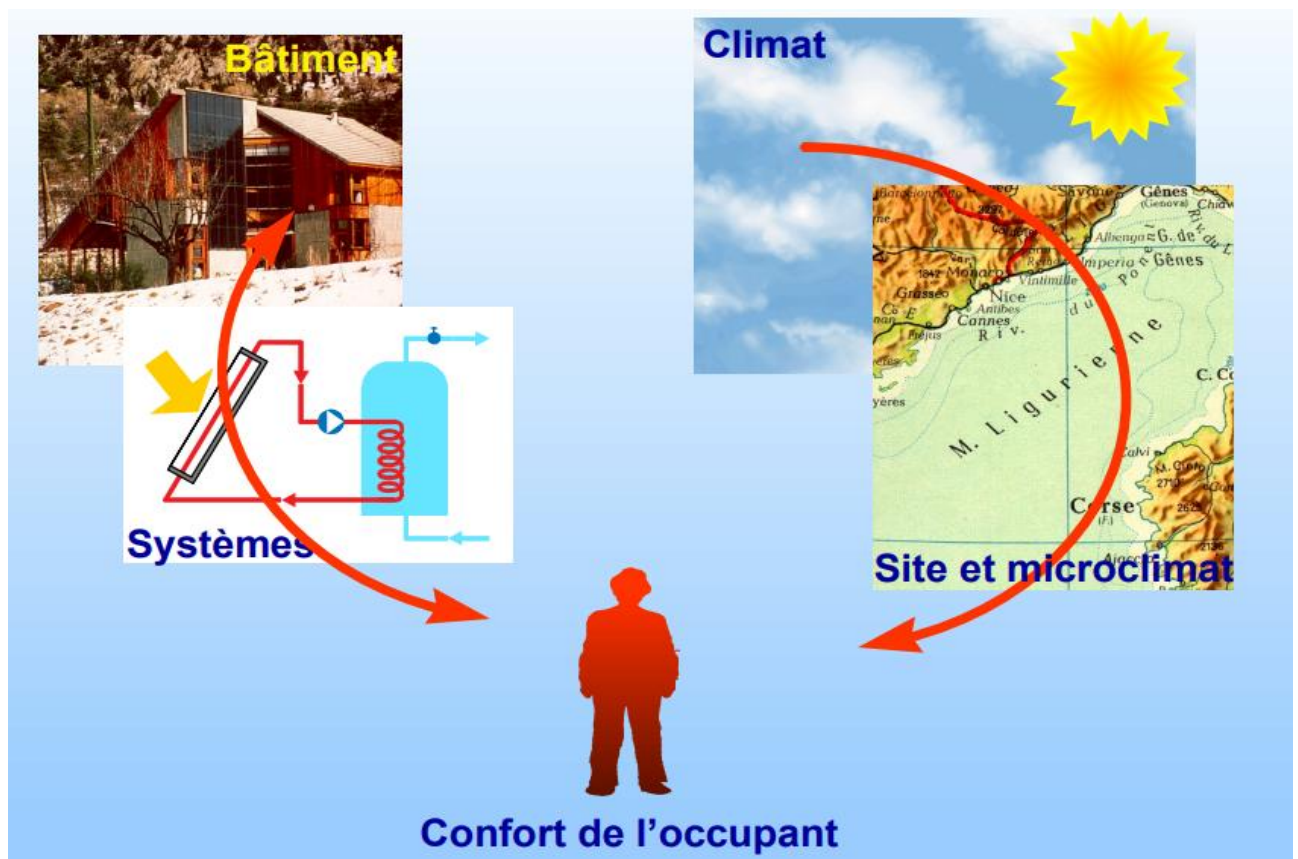


Figure 03: L'architecture bioclimatique place l'occupant au centre de ses préoccupations, **source:** Liébard et autre, 2006.

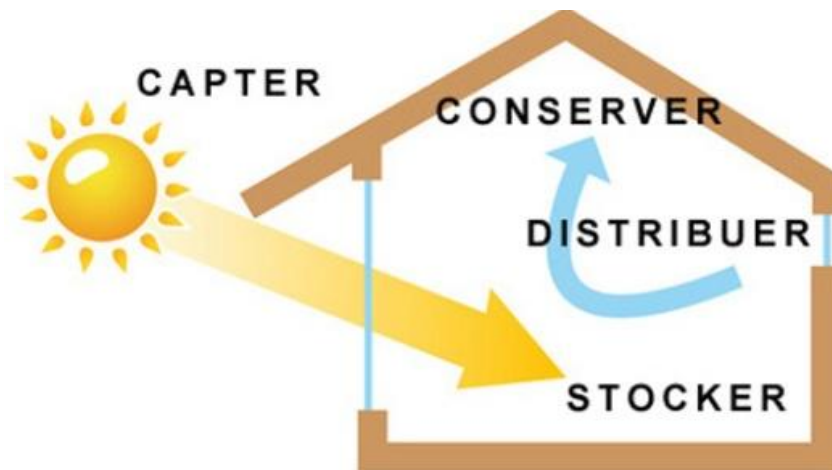


Figure 04: Stratégie du froid en été, elle consiste à se protéger, se refroidir et se minimiser de la chaleur, **source:** MD architecte, 2019.

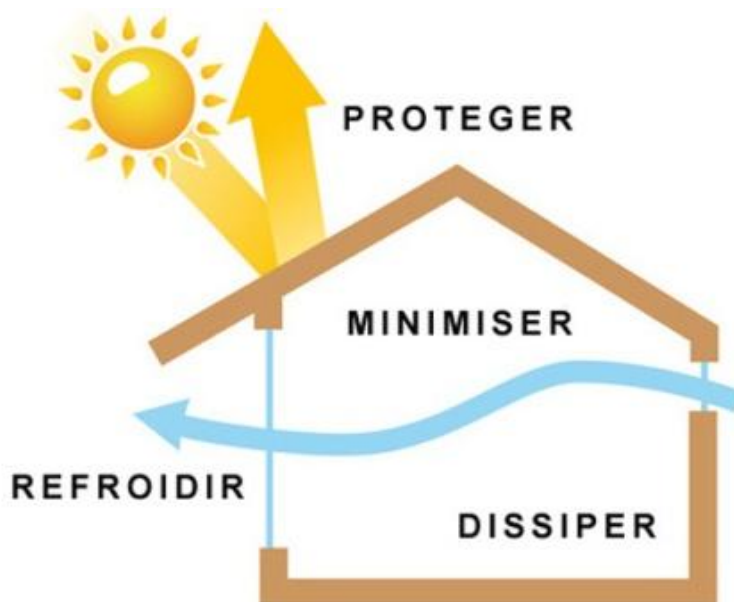


Figure 05: Stratégie de chaud en hiver, consiste à capter, stocker, distribuer et conserver la chaleur, **source:** MD architecte, 2019.

Afin de concevoir un bâtiment qui s'inscrit dans une démarche bioclimatique, un ensemble de principes sont à respecter. D'abord, l'intégration du bâtiment dans son environnement, pour cela, une connaissance profonde de la direction des vents, la course du soleil sur le site d'implantation, la végétation environnante, la nature du sol et les risques d'inondation, les zones de bruits, les ressources naturelles est primordiale (Lavoye et autres, 2008). Ensuite, l'orientation du bâti qui dépend de l'axe dans lequel le vent souffle pour favoriser la ventilation naturelle au bâtiment. Elle dépend aussi de soleil afin de profiter de l'énergie solaire passive, de réduire les besoins de chauffage en hiver et d'exploiter l'éclairage naturel (Bessadi, 2017).

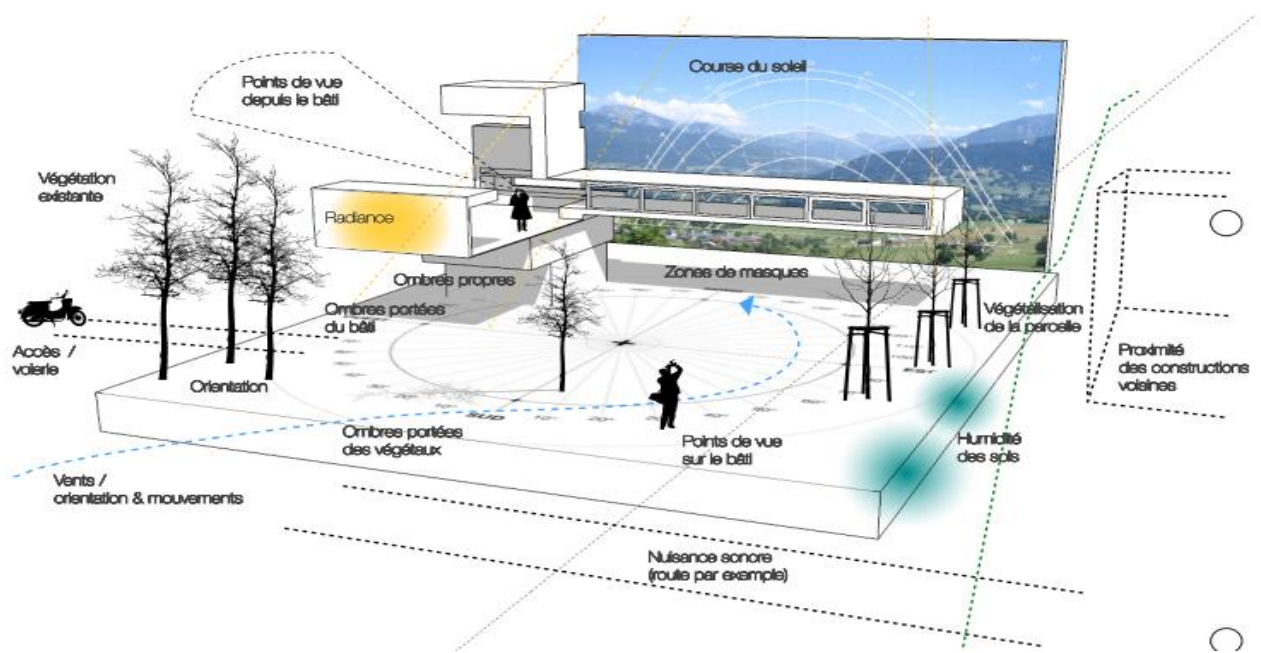


Figure 06: L'intégration du projet dans son contexte, un exemple qui montre l'implantation et l'intégration du bâtiment suivant les critères de son milieu, **source:** BTS design d'espace et autre, 2012.

Nous avons aussi la forme compacte qui est un élément essentiel. Elle fait référence à une disposition architecturale qui vise à minimiser les pertes d'énergie et à maximiser les avantages des conditions locales (Courgey, Oliva et autre, 2006). Une forme compacte réduit la surface de l'enveloppe du bâtiment par rapport à un bâtiment de formes irrégulières. Cela limite les pertes de chaleur en été, réduisant ainsi les besoins en chauffage et en climatisation, la quantité d'énergie nécessaire pour maintenir des conditions de confort est donc réduite. «La compacité d'un bâtiment est mesurée par le rapport entre la surface des parois extérieures et la surface habitable. Plus ce coefficient est faible plus le bâtiment sera compacte» (Chergui El-Mouataz, Ben Hamza, 2019). La surface de l'enveloppe étant moins importante, les déperditions thermiques sont réduites.

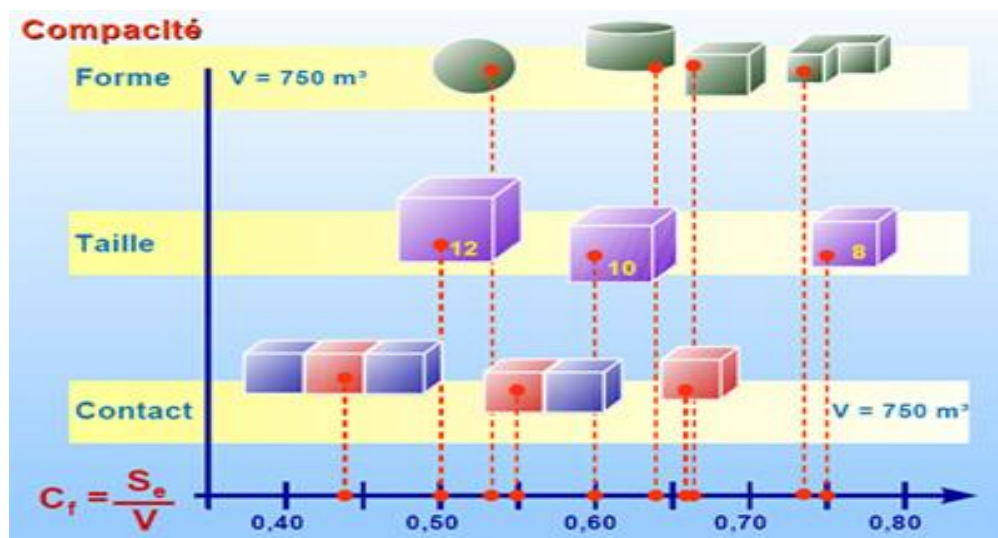


Figure 07: La forme compacte, la compacité varie suivant la forme, la taille et le mode de contacts des volumes construits, **source:** Asder, 2023.

La répartition des espaces intérieurs dans un bâtiment bioclimatique est également un aspect important de la conception. Elle doit être soumise à une logique de distribution de flux suivant les besoins des pièces en énergie pour offrir les ambiances thermiques nécessaires. Les zones de jour sont aménagées dans le côté le plus ensoleillé pour bénéficier de l'éclairage naturel et de la chaleur solaire pendant la journée. Tandis que, les zones de nuit sont placées dans le côté le plus frais et ombragé pour favoriser le repos et minimiser l'exposition au soleil direct. Nous avons aussi les zones tampons qui sont des espaces intermédiaires entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment. Elles peuvent être utilisées pour contrôler les flux d'air, la lumière naturelle et la température. Par exemple, un vestibule d'entrée ou un espace de transition peut aider à isoler l'intérieur du bâtiment des températures extérieurs extrêmes et à réduire les pertes d'énergie lors de l'ouverture des portes extérieurs (Courgey, Oliva et autre, 2006) donc cela va diminuer considérablement la consommation d'énergie et contribue au confort des occupants.

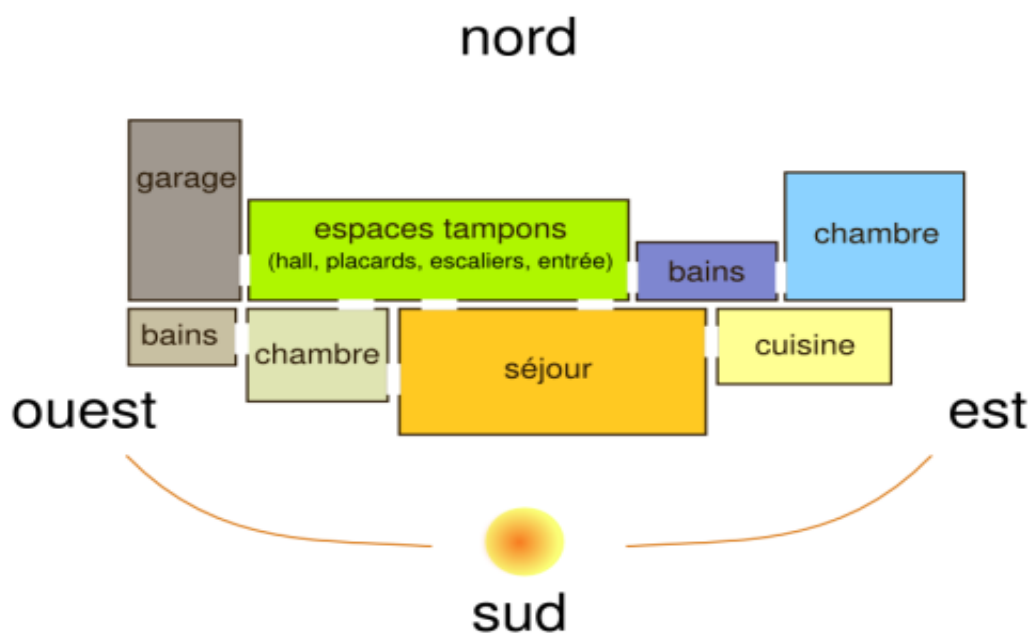


Figure 08: Disposition conseillée des pièces, les espaces tampons ainsi que les espaces nécessitant peu de lumière orientés vers le Nord. Ceux qui ont besoin de lumière sont orientés vers le sud pour assurer le confort des occupants, **source:** eRT2012, 2021.

En outre, le choix des matériaux de construction efficaces est un élément phare. Il est privilégié d'utiliser des matériaux naturels, respirants et durables. Pour cela, il est recommandé d'utiliser des matériaux qui possèdent une forte inertie thermique qui ont la capacité de conserver durablement la chaleur ou la fraîcheur comme la pierre, la terre crue, le béton ainsi que des matériaux qui laissent

les murs respirer tels que le bois et la brique (Enard, 2022, Courgey, Oliva et autre, 2006). Par ailleurs, pour limiter les apports solaires, une variété de choix de protections est offerte: les stores extérieurs verticaux, les pare-soleils horizontaux, les réflecteurs, les protections solaires amovibles, etc. (Bessadi, 2017, Lavoye et autre, 2008). «Leur choix dépendra de l'orientation de la façade à protéger mais aussi de l'intégration avec l'environnement extérieur, les coutumes locales et les usages de l'espace intérieur» (Lavoye et autre, 2008). Nous avons aussi la ventilation naturelle. Il est très important de renouveler l'air du bâtiment. D'une part pour évacuer les odeurs et les polluants, mais également pour apporter un air neuf et éliminer l'excès de l'humidité, ce qui permet de limiter l'utilisation d'un système de ventilation mécanique mais aussi d'éviter le plus souvent le recours à la climatisation (Chabi, 2023). Le bâtiment bioclimatique vise aussi à profiter au maximum de la lumière naturelle suivant la stratégie qu'on appelle la stratégie de l'éclairage naturelle. Cette solution bioclimatique a pour but de capter et de faire pénétrer la lumière naturelle, puis à mieux la répartir et la focaliser (cf. fig.9). L'utilisation intelligente de la lumière naturelle permet de réduire la consommation électrique consacrée à l'éclairage (Chergui El-Mouataz, Ben hamza, 2019).

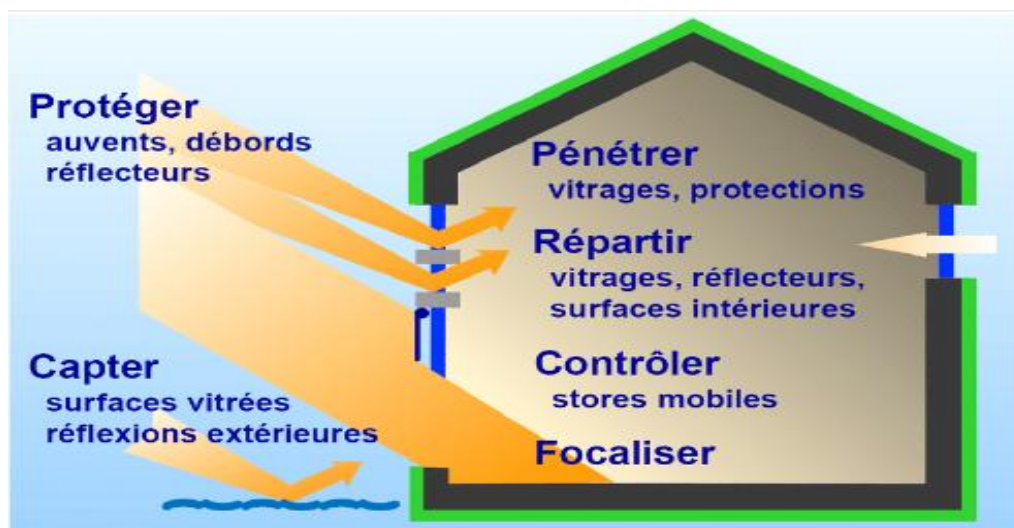


Figure 09: La stratégie de l'éclairage naturel, elle vise à capter, protéger, pénétrer, répartir, contrôler et focaliser la lumière, source: Benouaaz, 2018.

L'isolation thermique de l'ensemble de l'enveloppe est nécessaire pour augmenter l'inertie thermique et diminuer, ainsi les ponts thermiques avec les pertes de chaleur. Les murs extérieurs du bâtiment doivent être isolés pour limiter les pertes de chaleur en hiver et les gains de chaleur en été. Les fenêtres et les portes sont des points vulnérables en termes d'isolation thermique. Il est important de choisir des fenêtres et des portes dotées de bonnes performances en matière d'isolation, telles que des vitrages à isolation renforcée ou des fenêtres à double ou à triple vitrage. La toiture et les planchers peuvent également contribuer aux pertes de chaleur si l'isolation n'est pas adéquate. Une isolation appropriée de ces derniers permet de réduire ces pertes. En plus de l'isolation thermique, il est également

important d'assurer une bonne étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment. Les infiltrations d'air non contrôlées peuvent entraîner des pertes de chaleur significatives. Des techniques d'étanchéité à l'air tel que l'utilisation de membranes d'étanchéité est mise en œuvre pour minimiser les fuites d'air indésirables (Courgey, Oliva et autre, 2006; Qualitel, 2023).

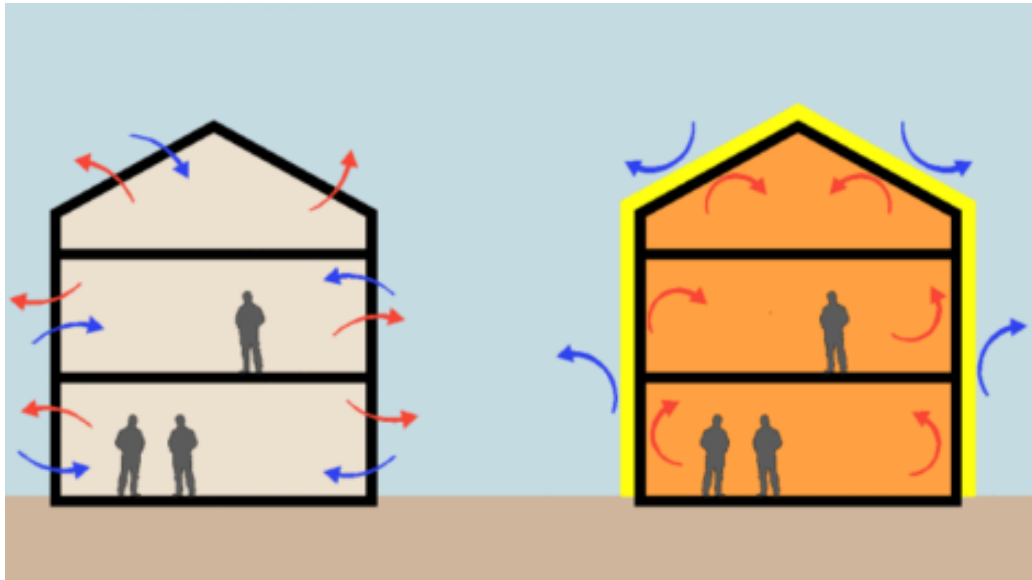


Figure 10 : Exemple sur l'utilité de l'isolation thermique de l'ensemble de l'enveloppe du bâtiment pour assurer le confort thermique, **source:** Chabi, 2023.

On poursuit avec les principes de l'architecture bioclimatique nous trouvons la toiture végétalisée qui «constitue une stratégie bioclimatique idéale en associant sur le même toit protection solaire, inertie thermique et isolation acoustique» (Le CSTB, 2007).

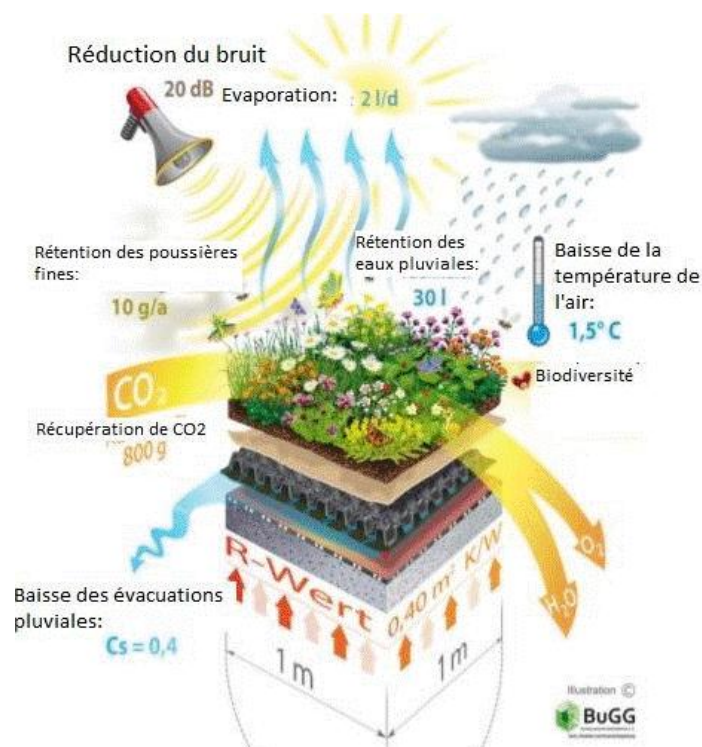


Figure 11 : Exemple qui montre les avantages de la toiture végétalisée, **source:** Bugg, 2020.

Nous avons aussi le recours aux sources des énergies renouvelables qui est considéré comme le principe le plus utilisé dans un bâtiment bioclimatique. Les énergies renouvelables sont alimentés par le soleil, le vent, la chaleur de la terre, les chutes d'eau, etc. D'une part, nous avons l'énergie solaire qui dépend du soleil et qui permet de fabriquer l'électricité et de la chaleur à partir des panneaux photovoltaïques. D'autre part, l'énergie éolienne qui exploite la force du vent pour la transformer en électricité. Ainsi que l'énergie hydraulique qui utilise la force de l'eau pour fabriquer d'électricité et enfin l'énergie de la biomasse dont la matière organique qui la compose peut être transformé en produits énergétiques afin de produire de l'électricité (Planas, 2019).

Le système de récupération des eaux pluviales vers un réservoir d'eau pour l'arrosage des plantes, jardins, la chasse des toilettes, etc. est considéré comme principe utilisé dans une conception bioclimatique utilisé avec aussi le système de recyclage des déchets qui consiste à transformer les déchets en nouveaux produits (Fconoecolo, 2020) ce qui «permet d'éviter le gaspillage de ressources naturelles et d'énergie, de sécuriser l'approvisionnement de l'industrie en matières premières, de diminuer ses impacts environnementaux» (ADEME, 2021).

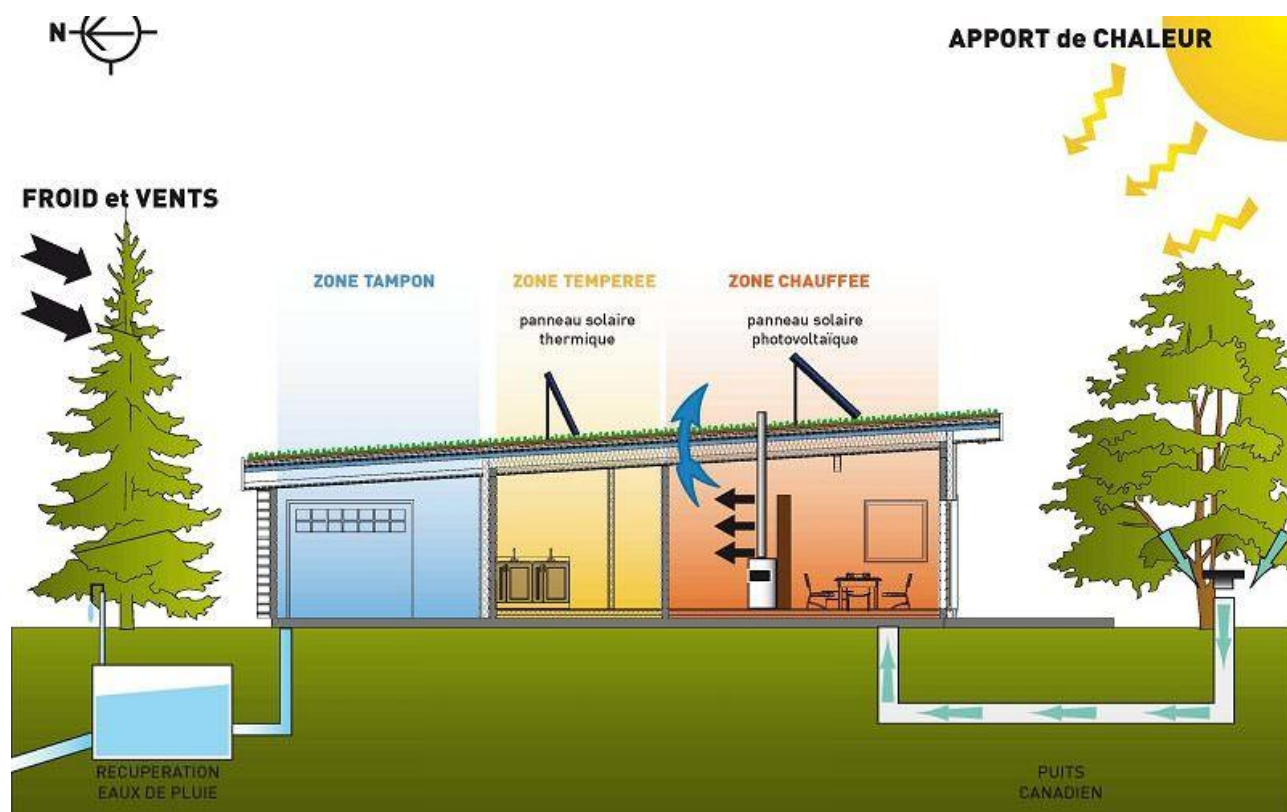


Figure 12: Schéma d'une maison écologique qui représente l'utilisation des solutions bioclimatiques actives et passives afin de réduire sa dépendance énergétique, **source:** Agexea, 2016.

Pour conclure, la conception bioclimatique est une manière raisonnée de penser un équipement en adéquation avec son terrain et le climat local. Une démarche architecturale incontournable, dont l'objectif est une intégration idéale de projet dans son environnement de sorte à en tirer un profit maximal. On présente à travers (cf. fig.13) une illustration qui résume les principes fondamentaux à prendre en considération lors de la réalisation d'un projet qui s'inscrit dans une démarche bioclimatique.

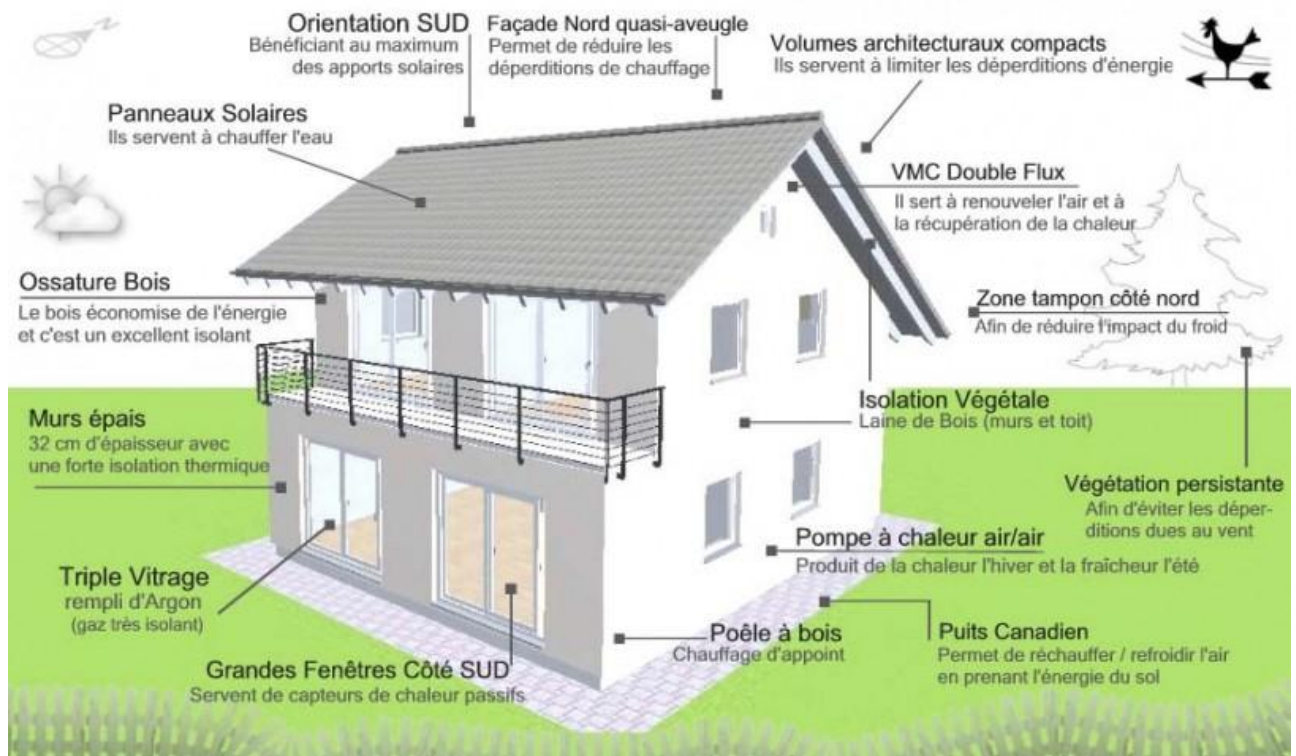


Figure 13: Les principes clés de la conception bioclimatique qu'on doit prendre en considération lors de la réalisation de notre projet, **source:** Agexea, 2016.

Le centre de développement et de préservation des céréales est une réalisation qui entre dans le cadre de concrétisation de la sécurité alimentaire Algérienne en améliorant la production nationale de céréales. Nous avons retenu, à travers ce chapitre, que cet équipement est organisé suivant deux entités principales. La première est l'entité de préservation, où le grain est acheminé selon un circuit dès sa réception jusqu'à son stockage. Il est soumis pendant sa conservation dans les silos à un ensemble de conditions spéciales (température, humidité, ventilation) afin de préserver sa qualité. La deuxième est celle de développement, dans laquelle des recherches sont effectués pour développer des nouvelles techniques agricoles, des variétés qui s'adaptent aux différents régions et climats du pays. De même, les laboratoires, la bibliothèque ainsi que les espaces d'expérimentation sont des pièces indispensables pour que les chercheurs puissent accomplir leurs tâches. Notre projet va profiter au maximum des ressources naturelles de son milieu (environnement, site, climat), à travers l'adaptation d'une architecture bioclimatique et ceci par l'exploitation de ses principes (orientation, implantation, choix de matériaux, etc.).

IV — LE CENTRE DE DÉVELOPPEMENT ET DE PRÉSERVATION DES CÉRÉALES AU NIVEAU MONDIAL

Afin d'élucider comment un centre de développement et de préservation des céréales est réalisé, nous avons fait une étude des cas, l'un au Maroc, qui a été choisi pour ressortir le fonctionnement de l'entité de préservation. L'autre cas est un institut de recherche agronomique dans les Pays-Bas. Le choix est opté sur ce dernier afin de comprendre les espaces nécessaires pour le fonctionnement de l'entité de recherche. Le troisième exemple, située en Norvège était utile pour définir les conditions qu'on doit respecter lors de la préservation de notre culture céréalière.

1. Le centre de stockage des céréales au Maroc

Le Maroc est un pays à caractère agricole (Jica, 1990). Avec le réchauffement climatique et ses effets, la production des céréales commence à se dégrader. Pour cela, et face à la demande élevée sur cette matière première le gouvernement Marocain a intensifié ses efforts pour faire progresser ce secteur et cela à travers la construction de barrages d'irrigation, et l'aménagement des champs cultivables. Cette stratégie a donné des résultats considérables sur la quantité de la production des céréales. Toutefois, il reste le problème des pertes qui arrivent après la récolte à cause de manque des infrastructures de stockage des céréales. Dans ce contexte, le gouvernement du Maroc a décider de réaliser un centre de stockage des céréales avec dix mille tonnes de capacité dont l'objectif majeur est la conservation des céréales sur une longue durée. Le projet avait, également pour objectifs, l'amélioration de la qualité de stockage des céréales, la réduction des coûts des sacs par la rationalisation de la distribution en vrac, et l'augmentation de la productivité et la réalisation de l'autosuffisance alimentaire. Le projet (1 hectare) est réalisé en 1990, par la société coopérative agricole Marocaine, à 70 km au sud de Casablanca dans la banlieue de Settat⁹(L'agence Japonaise de coopération internationale, 1990).

⁹ Le Site est choisi d'après les plans d'urbanisme selon certains critères. D'abord, il s'agit d'un établissement classé sous la protection de l'environnement donc il doit être loin de la ville et des agglomérations de la population. En outre, il doit être proche de la route nationale. Pour cela, le site est situer loin de la ville de Casablanca le long d'une route publique de 8m de largeur qui débouche sur la route nationale numéro 7 (RN7) avec 150m.

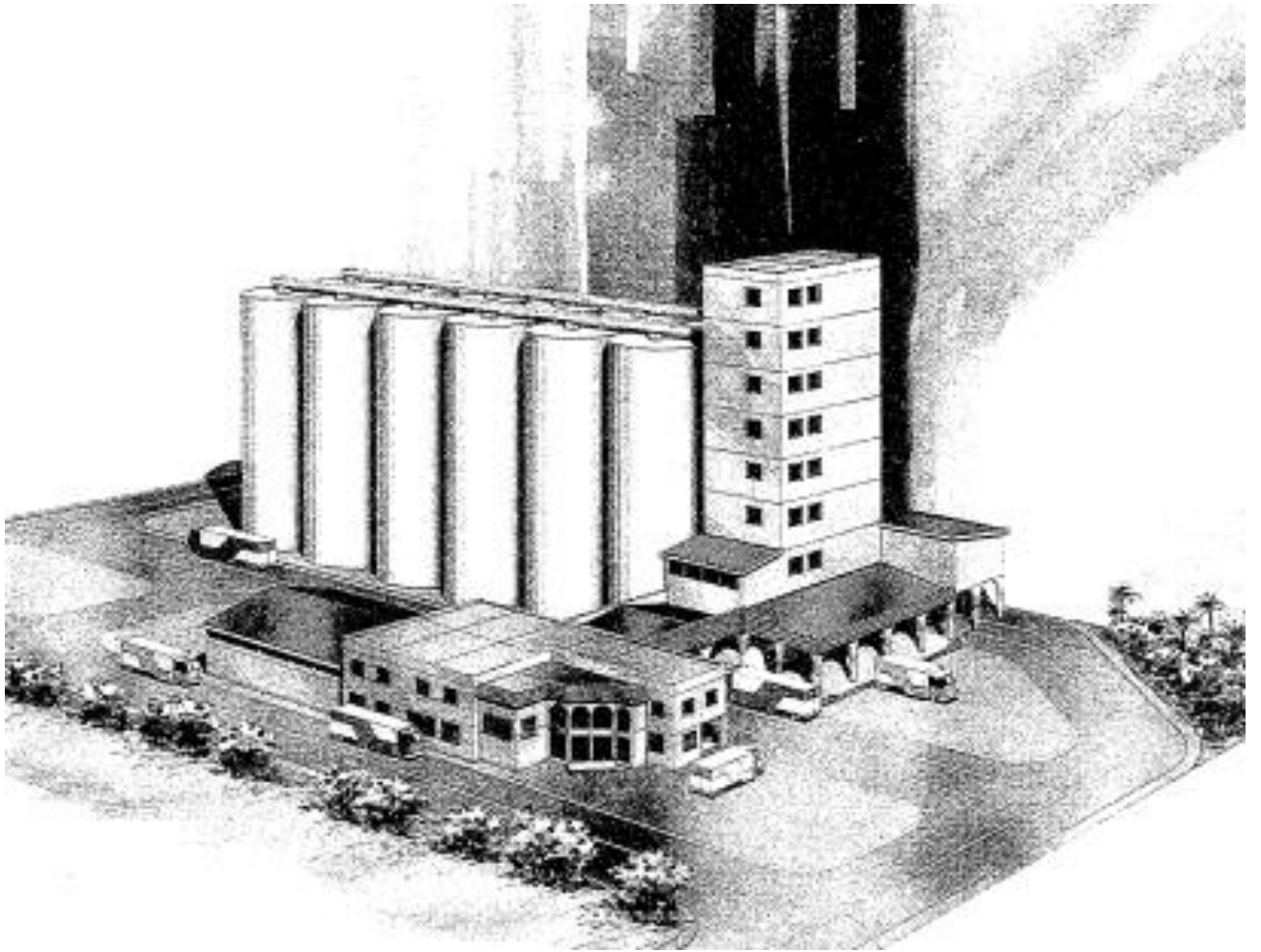


Figure 14: Le centre de stockage des céréales au Maroc, **source:** Jica, 1990.

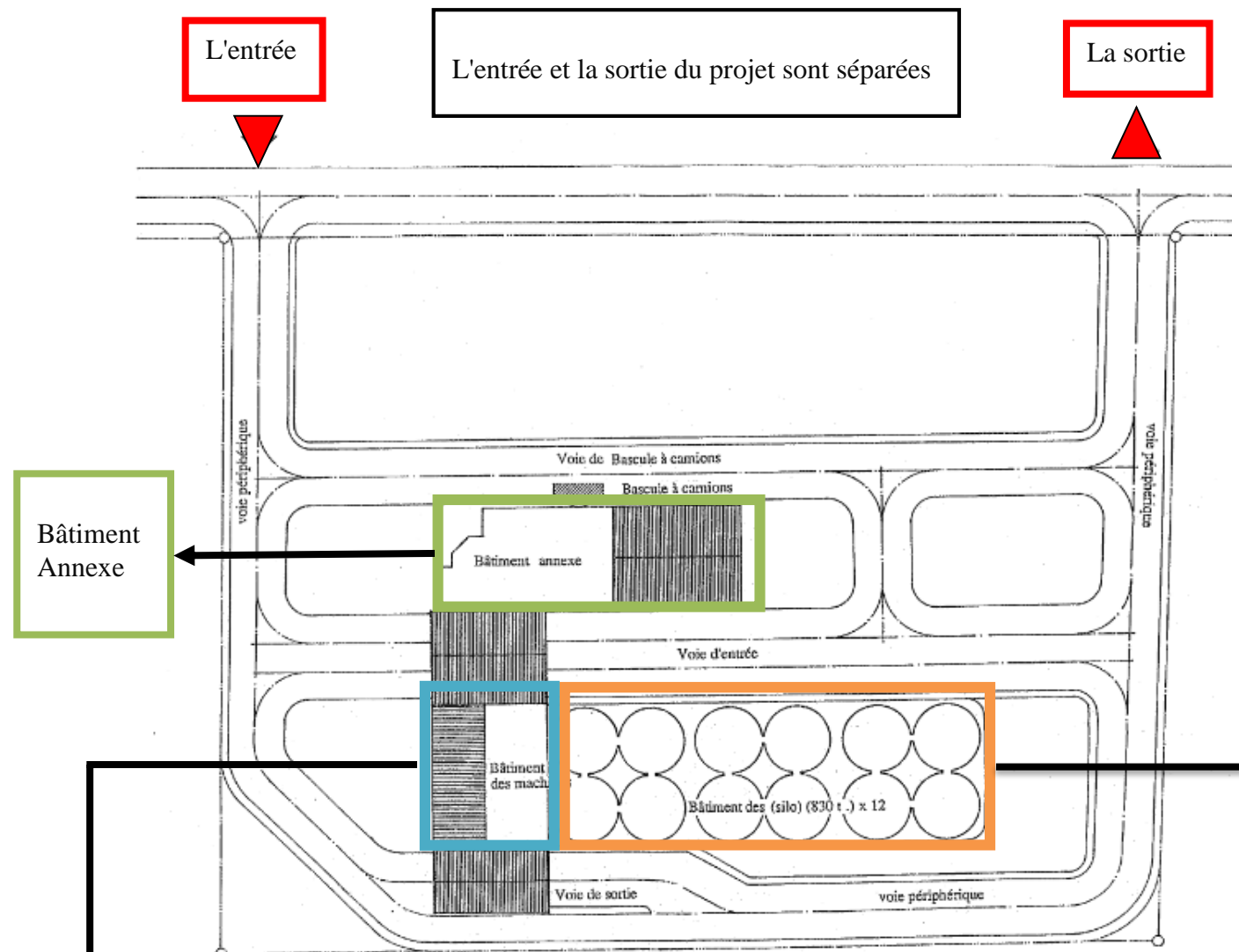


Figure 15: Le plan d'implantation du projet qui montre l'accessibilité vers le projet avec les différentes installations qui existe, **Source:** Jica, 1990, traité par auteurs.

Bâtiment Des Machines

Le centre de stockage des céréales est composé d'un bâtiment des silos, un bâtiment des machines ainsi qu'un bâtiment annexe avec les voies de circulation à l'intérieur de projet

Bâtiment Des silos

Les voies de circulation à l'intérieur de projet
 Voie de pesage (100m×8m)
 Voie de réception du grain (100m×12m)
 Voie d'expédition du grain (100m×8m+ 50m×4m)
 Voie périphérique (160m×8m)

Axe de déplacement pour la réception
 Entrée → Bascule à camion, pesé des camions chargés → Réception → Bascule à camion, pesé des camions vides → Sortie

Axe de déplacement pour l'expédition
 Entrée → Bascule à camion, pesé des camions vides → Réception → Bascule à camion, pesé des camions chargés → Sortie

Pour éviter le croisement des camions entrants et sortants un plan des lignes de mouvement est mis en service. Il a un rôle important pour la circulation dans un centre de stockage des céréales. On distingue deux types de plans de déplacement. Le premier c'est le plan d'axe de déplacement pour la réception (cf. fig.16). Le deuxième c'est le plan d'axe de déplacement pour l'expédition (cf. fig.17).

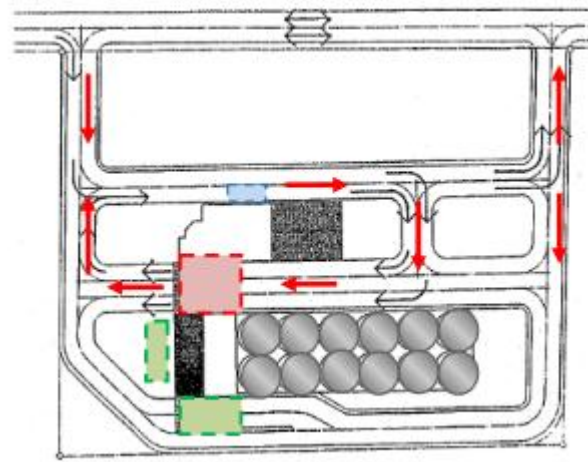


Figure 16: Plan d'axe de déplacement pour la réception, **Source:** Jica, 1990, traité par auteurs.

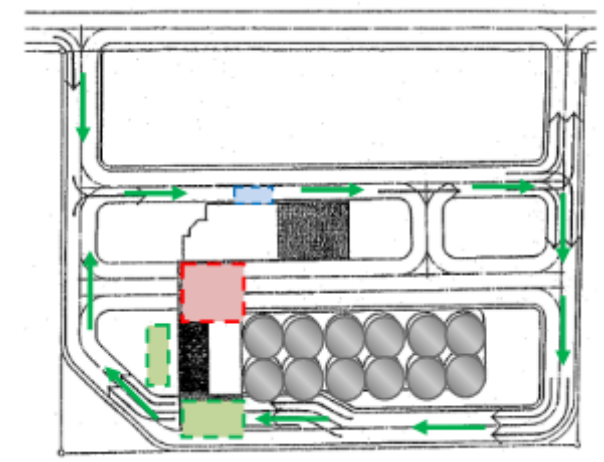


Figure 17: Plan d'axe de déplacement pour l'expédition, **Source:** Jica, 1990, traité par auteurs.

Légende

- (Red) Axe de déplacement pour la réception
- (Green) Axe de déplacement pour l'expédition
- ▭ (Green dashed) Zone d'expédition
- ▭ (Red dashed) Zone de réception
- (Grey) Les silos de stockage
- ▭ (Blue dashed) Bascule camion

Objet	Contenu	Surface
Bâtiment des machines	Équipements de dépoussiérage et de nettoyage du grain Zone de réception (abri seulement) Zone d'expédition (abri seulement)	1020 m ²
Bâtiment des silos	Réservoir d'ensilage (830t/unité ×12) Équipement de fumigation. Équipement de ventilation.	2060 m ²
Bâtiment annexe	Département de gestion générale Département de formation et relation publique Département de maintenance	845 m ²
La circulation à l'intérieur du projet	Passage conduisant au pesé-camion Passage conduisant à la réception Passage conduisant à l'expédition Passage entourant le projet	4280 m ²
Surface Total : 8205 m²		

Tableau 01 : Les différentes installations du projet avec les espaces composant chaque installation et leur surface, **source**: Jica, 1990.

Le tableau résume les installations qui se trouvent dans le centre de stockage des céréales. Nous avons un bâtiment des silos où se fait le stockage des céréales, un bâtiment des machines qui s'occupe de nettoyage des grains avant leur conservation, des bâtiments annexes qui abrite tout ce qui concerne la comptabilité et l'administration, etc. Nous trouvons aussi différentes voies de circulation à l'intérieur de projet (voie de pesage, voie d'entrée et de sortie du grain, voie périphérique).

a) **Bâtiment des machines**

Le bâtiment des machines se compose des salles de machines étalées sur huit étages. Au niveau de rez de chaussé on trouve un magasin de stockage des céréales pour l'expédition en sacs avec les fosses de réception des grains et le passage réservé à l'expédition (abri seulement). Dans les étages suivants s'effectue les différents traitements sur le grain avant de les envoyer vers les cellules de stockage pour les conserver telles que le nettoyage, le séchage, le calibrage, etc.

b) **Bâtiment des silos**

Le bâtiment des silos contient 12 silos de 830t pour chacun où ils offrent une capacité totale de 10000t. Les grains durant leur stockage peuvent subir une dégradation de qualité, alors, pour éviter leur détérioration un ensemble de système est pris en charge. D'abord, des équipements de fumigation sont utilisés pour lutter contre les insectes qui se produisent durant le stockage. Un système de ventilation intérieure des silos est également installé pour préserver la qualité du grain. De plus, «la température du grain est mesurée et enregistrée constamment pour maintenir sa qualité. Si la

température dépasse la valeur recommandé, une alarme sera déclenché et en même temps de système de ventilation se mettra en marche pour le refroidir» (Jica, 1990, p.85). Encore, le refroidissement peut être effectué par le transfert du grain d'un silo à un autre.

c) **Bâtiment annexe**

Objet	Espace	Surface
Département de gestion générale	Bureau du directeur	30m ²
	Secrétariat	24m ²
	Bureau du chef comptable	24m ²
	Bureau de comptabilité	24m ²
	Bureau du chef gestion de magasin	24m ²
	Bureau de gestion	24m ²
	Guichet de réception du grain	18m ²
	Le pont bascule	20m ²
	Salle d'inspection du grain	20m ²
	Salle de repos	24m ²
Un comptoir de paiement du grain acheté	20m ²	
Département de formation et de relation publique	Magasin de stockage et réparation des sacs et palettes	108m ²
	Magasin de pièces détachées	74m ²
	Salle d'outillage	18m ²
Département de maintenance	Salle de documentation/réunions	84m ²

Tableau 02: Les différents espaces qui composent le bâtiment annexe avec les surfaces nécessaires pour chaque espace, ces derniers sont très importants pour assurer la bonne gestion de l'équipement, **source:** Jica, 1990.

Le bâtiment annexe comprend les départements: gestion générale, formation, relation publique, et maintenance. Dans le département gestion générale on trouve un bureau du directeur (30m²), le secrétariat (24m²) qui s'occupe de la mise en forme de documents, un bureau du chef comptable (24m²), un comptoir de paiement (20m²) où on paie le grain acheté, un bureau de comptabilité (24m²) et deux agents, un bureau du chef de gestion du magasin qui s'occupe de la gestion de l'ensemble des silos, coordination et exécution des instructions données par l'ONICL (l'Office Nationale Interprofessionnel des Céréales et Légumes Secs) (24m²). Encore, un bureau de gestion (24m²) occupé par deux agents, un guichet de réception qui fait la réception et la vérification de grain à ensiler (18m²), un pont bascule à camions (20m²) qui fait le pesé à l'entrée et à la sortie, une salle de repos pour les agriculteurs ayant ramené leurs récoltes (20m²) et enfin une salle d'inspection pour vérification de la qualité du blé reçu (24m²).

Le département de maintenance est composé d'un magasin destiné au stockage et au réparation des sacs et palettes pour la partie du grain reçu où expédié en sacs ainsi que le soudage et la réparation du matériel (108m²), un magasin des pièces détachées pour le stockage de pièces et outils (290m²) et en dernier on n'a une salle d'outillage où se trouve des étagères à pièces de rechange et accessoires (18m²). Le département de formation possède une salle de documentation et de réunion, une salle polyvalente pour projection de films, réunions et activités de vulgarisation (84m²).

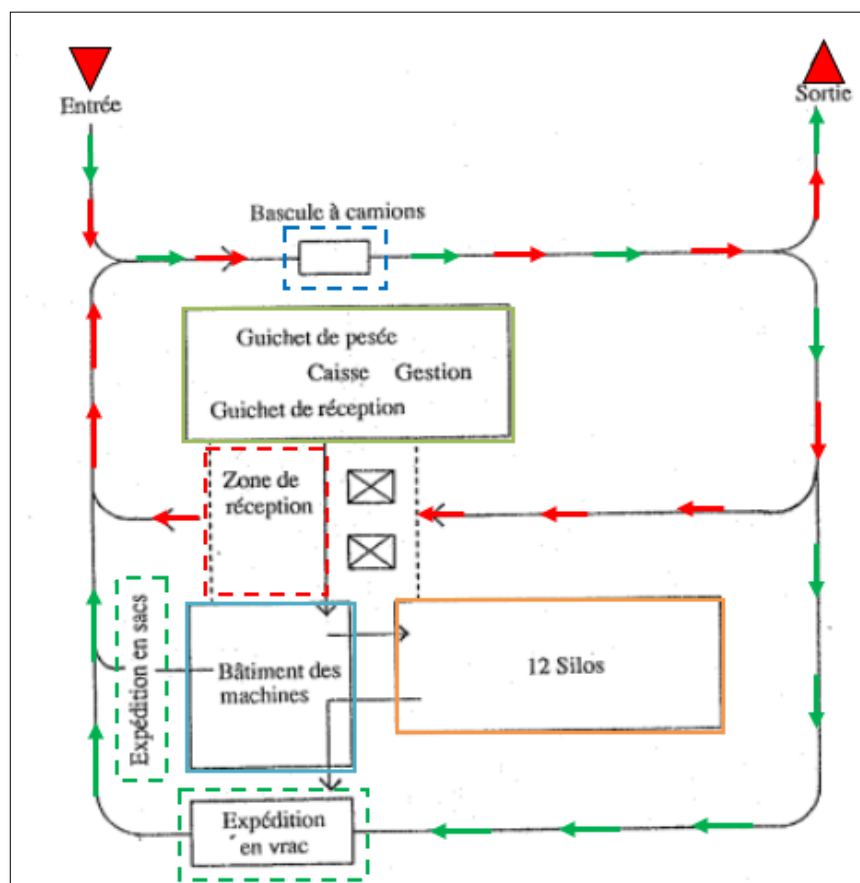


Figure 18: La disposition des installations du projet en fonction du plan des axes du déplacement (*cf.* fig.16) et (*cf.* fig.17), **source:** Jica, 1990, traité par auteurs.

La première étape de réception de la marchandise consiste à peser et contrôler la qualité des grains, pour cela, plusieurs prélèvements sont effectués directement dans la benne pour analyser les grains et vérifier leur qualité. Pour cette raison que la bascule à camion, le guichet de réception se trouveront juste à l'entrée. Une fois tout est contrôlé, la marchandise est acheminée vers la zone de réception qui sera couverte et le grain sera vidé du camion dans une fosse de réception. Depuis la fosse, le grain est envoyé vers le bâtiment des machines par un élévateur pour le monter tout haut de bâtiment (*cf.* fig.23). Une fois arrivé au dernier étage le grain descend par gravité vers les nettoyeurs-séparateurs qui vont enlever les petites et les grandes impuretés vers triage à l'aide de grilles de différents diamètres. Les impuretés sont dirigées vers un boisseau à issue situé à l'extérieur du bâtiment qui peut se valoriser

après traitement dans différentes filières. Par la suite, les grains sont envoyés directement dans les cellules de stockage pour les conservés (*cf.* fig.25). Enfin, pour la phase d'expédition, les silos sont vidés par le bas et les grains sont acheminés vers l'élévateur puis stockés dans les cellules d'expédition (bâtiment des machines). De plus, le camion vide est pesé puis placé sur l'un des tuyaux d'expédition. Sous le contrôle de l'opérateur le chargement de camion s'effectue. Une fois le camion est chargé il est de nouveau pesé échantillonnée pour un dernier contrôle et à partir de là le camion peut effectuer sa livraison. «Le grain à expédier en sacs sera mis en sacs à l'aide des équipements de la ligne de sortie et d'ensachage et sera stocké temporairement dans le magasin au rez de chaussé et sera chargé en suite sur les camions à l'aide d'un chariot à fouche, etc.» (Jica, 1990, p.62).

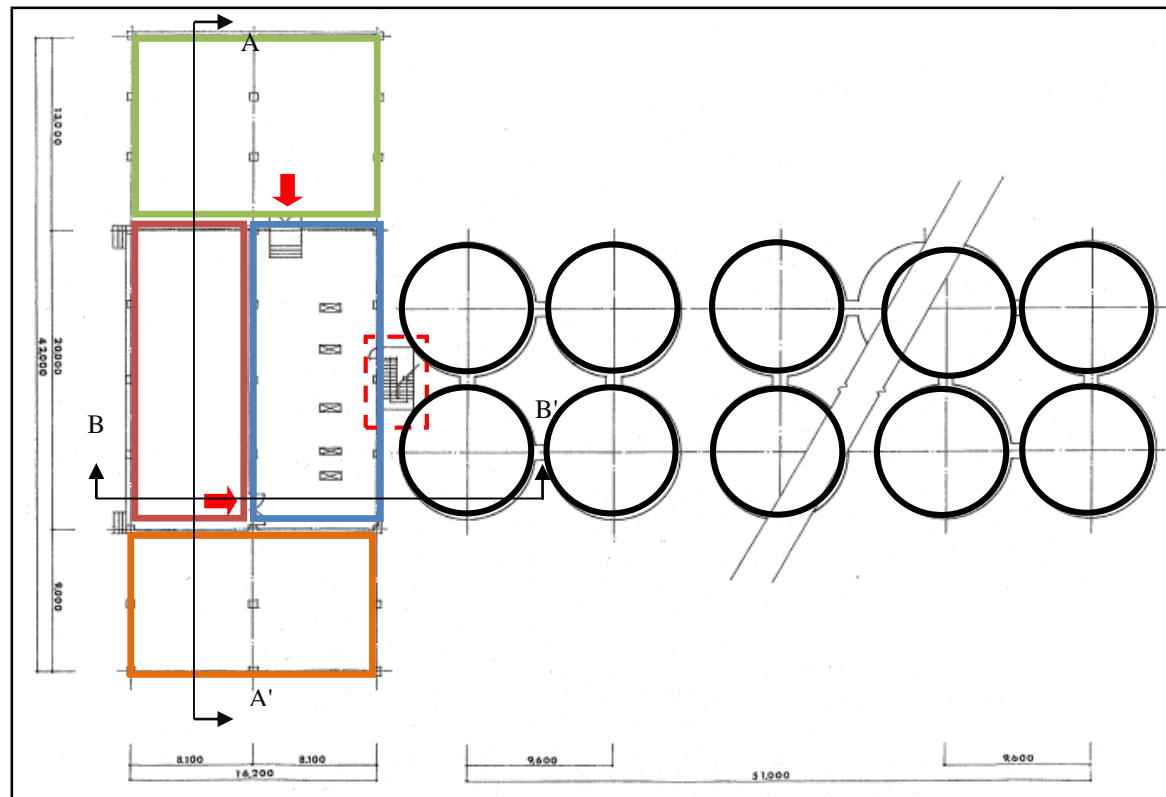


Figure 19: Le plan de rez de chaussé montre la relation entre les différents espaces, **source:** Jica, 1990, traité par auteurs.

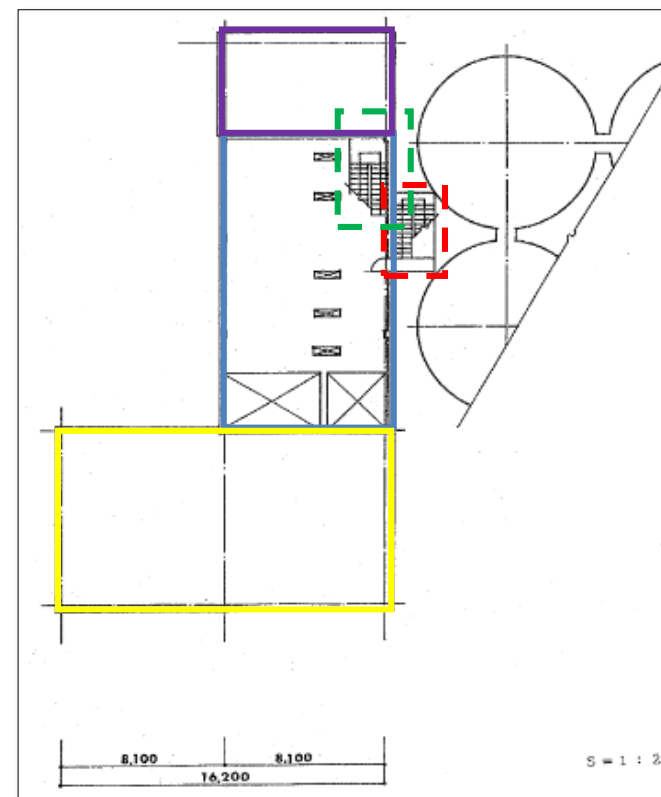


Figure 20: Le plan de premier étage où on trouve les équipements de traitement des céréales, **source:** Jica, 1990, traité par auteurs

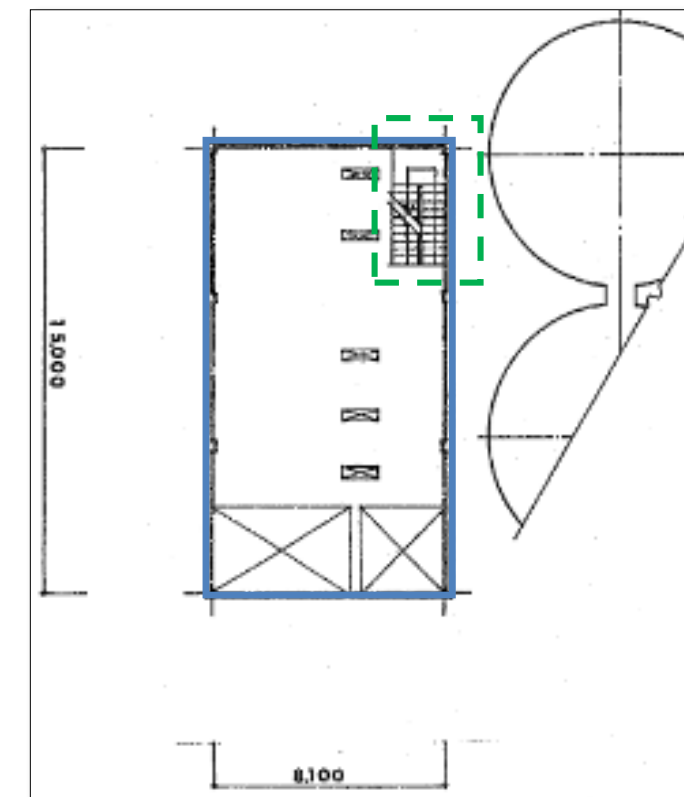


Figure 21: Le plan de 7ème étage où on trouve les équipements de traitement des céréales, **source:** Jica, 1990, traité par auteurs.

Légende

- Les silos de stockage des céréales de forme cylindrique
- ▭ (orange) La zone d'expédition en vrac (abri seulement)
- ▭ (rouge) La zone d'expédition en sacs
- ▭ (vert) Les fosses de réception (abri seulement)
- ▭ (bleu) Le magasin de stockage des céréales en sacs
- ▭ (jaune) L'abri de la zone d'expédition
- ▭ (violet) L'abri des fosses de réception
- ▭ (rouge pointillés) Escalier extérieur
- ▭ (vert pointillés) Escalier intérieur
- ➔ (rouge) Les accès vers le magasin de stockage des céréales en sacs
- ↑↑ (A A') Coupe AA' ↑↑ (B B') Coupe BB'

Au niveau de rez de chaussé on trouve un magasin de stockage des céréales en sacs avec les zones d'expédition soit en sacs soit en vrac ainsi que les fosses de réception. On trouve aussi un escalier extérieur qui mène vers le premier étage où se déroule le traitement des grains en cas de panne des machines ou pour une réparation



À partir du premier étage jusqu'au 7ème étage se trouvent les différentes installations de traitement des grains (nettoyage, séchage, etc.) avec un escalier intérieur pour le déplacement entre les différents étages de traitement.



Figure 22: La façade de l'est qui montre la zone d'expédition, les fosses de réception ainsi que le bâtiment des machines, **source:** Jica, 1990, traité par auteurs.

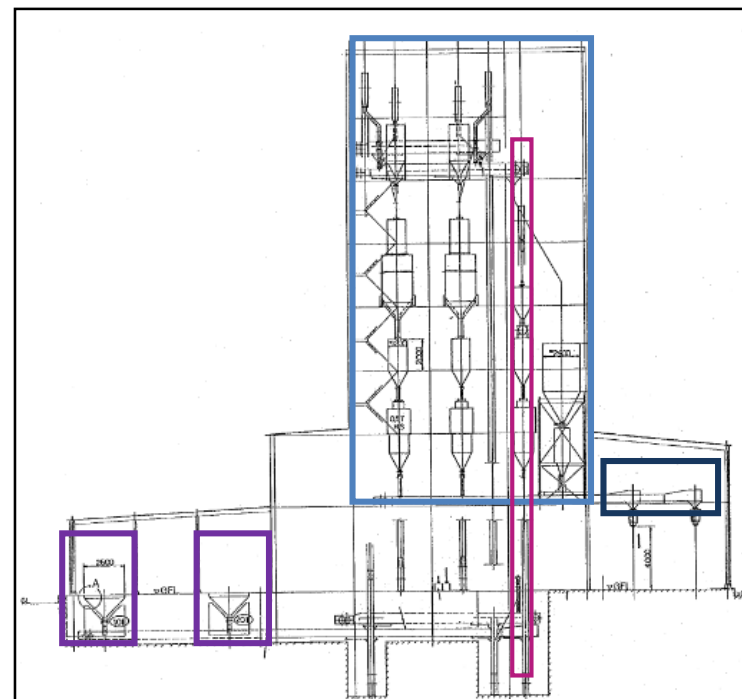


Figure 23: La coupe verticale AA' de l'est qui montre les différentes installations qui se trouve dans le bâtiment des machines, **source:** Jica, 1990, traité par auteurs

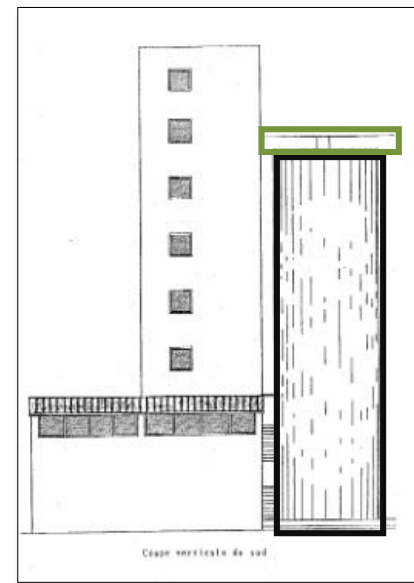


Figure 24: La façade de sud qui montre la zone d'expédition avec le bâtiment des silos qui sont les cellules de stockage des céréales, **source:** Jica, 1990, traité par auteurs.

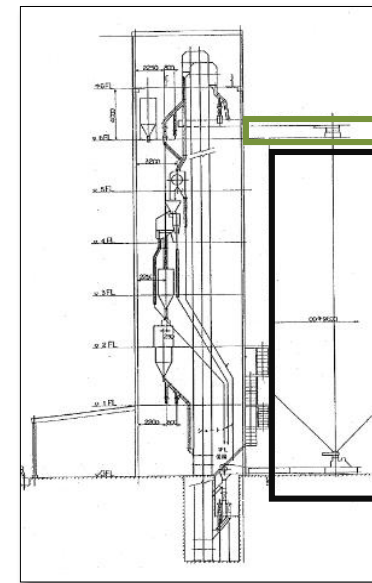


Figure 25: La coupe BB' qui montre la relation entre le bâtiment des machines et le bâtiment des silos, **source:** Jica, 1990, traité par auteurs

Le grain est envoyé vers un élévateur pour le monté tout haut du silo. Une fois arrivé au dernier étage le grain descend par gravité vers des nettoyeurs séparateurs. Un calibreur pour trier les grains en fonction de leur calibre. Pour l'expédition le camion est rempli par des tuyaux d'expédition

- Légende**
- Convoyeur à chaine
 - Les tuyaux d'expédition
 - L'élévateur
 - Les fosses de réception

Les grains après leurs traitements sont envoyés vers les cellules de stockage par des convoyeurs à chaine

Pour lutter contre l'incendie dans ces installations de petits extincteurs seront répartis dans les bâtiments selon les règles en vigueur au Royaume du Maroc

Equipements	Le matériel nécessaire
Réception et transport du grain à l'entrée et à la sortie.	Bascule à camions, trémie de réception, convoyeur caréne, élévateur à godets, séparateur magnétique, trieuse, extracteur de balles, trémie à bascule, trémie à bascule, trémie (réservoir), compresseur, goulotte et embranchement, porte étanche inférieure du silo, châssis d'inspection, divers.
Chargement à la sortie	Convoyeur caréne, élévateur à godets, goulotte de chargement à la sortie, machine de mise en sac, convoyeur à courroie de transport des sacs, goulotte et embranchement, châssis d'inspection, divers.
Installation de fumigation	Soufflerie de fumigation, collecteur de poussières, réservoir gonflable, conduites de fumigation, bascule à plateforme pour fumigation, appareils de mesure de pression, etc., appareils de dosage automatique, châssis d'inspections, divers.
Ventilation	Soufflerie de ventilation, collecteur de poussières, conduites de ventilation, appareils de mesure de pression, etc., châssis d'inspection, divers.
Collecte des poussières	Collecteurs de poussières, soufflerie pour collecteur de poussière, conduites des poussières collectées, appareils de mesure de la pression, etc., compresseur, châssis d'inspection, divers.
Contrôle de qualité	Appareils de contrôle de qualité
Outils et divers	Outils de maintenance, fournitures, outils.

Tableau 3: Les équipements nécessaires pour les installations du projet, **source:** Jica, 1990.

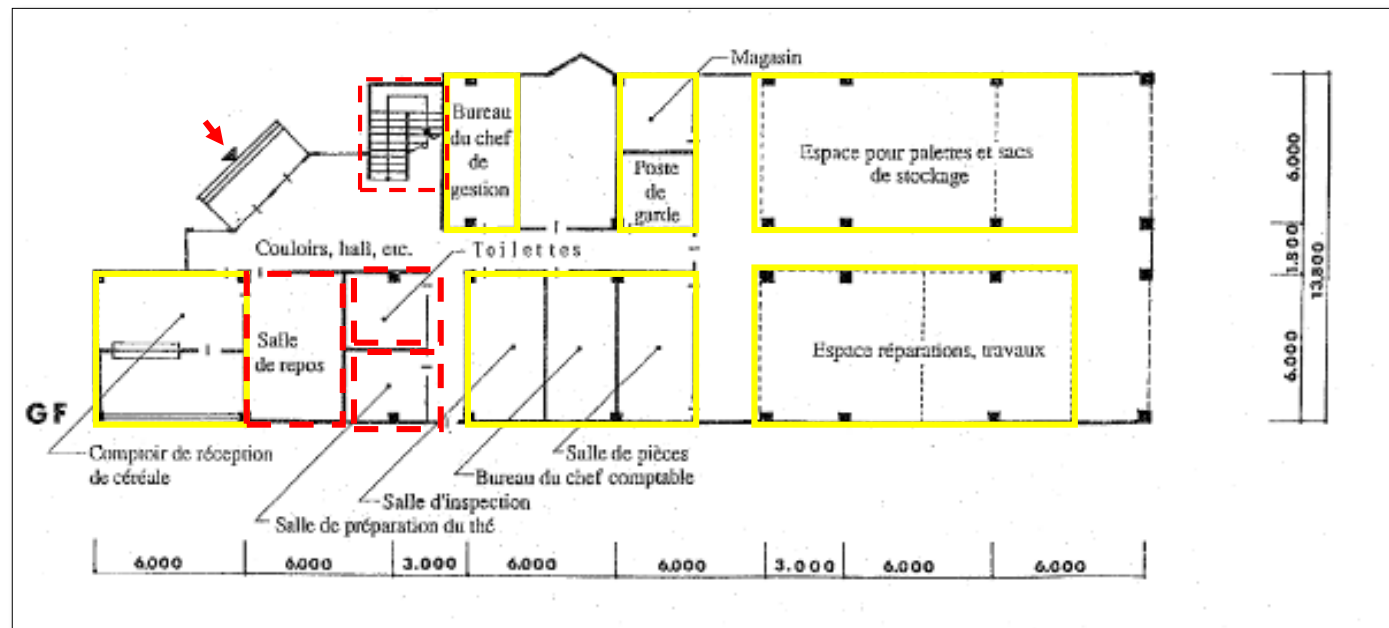
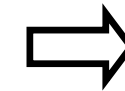


Figure 26: Le plan de rez de chaussé ou on trouve les espaces les plus bruyants, **Source:** Jica, 1990, traité par auteurs



Le bâtiment annexe est composé de deux étages. Les espaces sont hiérarchisés verticalement du public vers le privé, de plus bruyant au moins bruyant. Au niveau de rez de chaussé on trouve beaucoup plus les espaces qui reçoivent les personnes qui viennent déposer les grains auprès de ce centre de stockage, les espaces communs comme la salle de préparation du thé, salle de repos, etc.

Légende

- Les espaces les plus bruyants
- Les espaces les moins bruyants
- Les espaces communs
- ➔ L'entrée principale

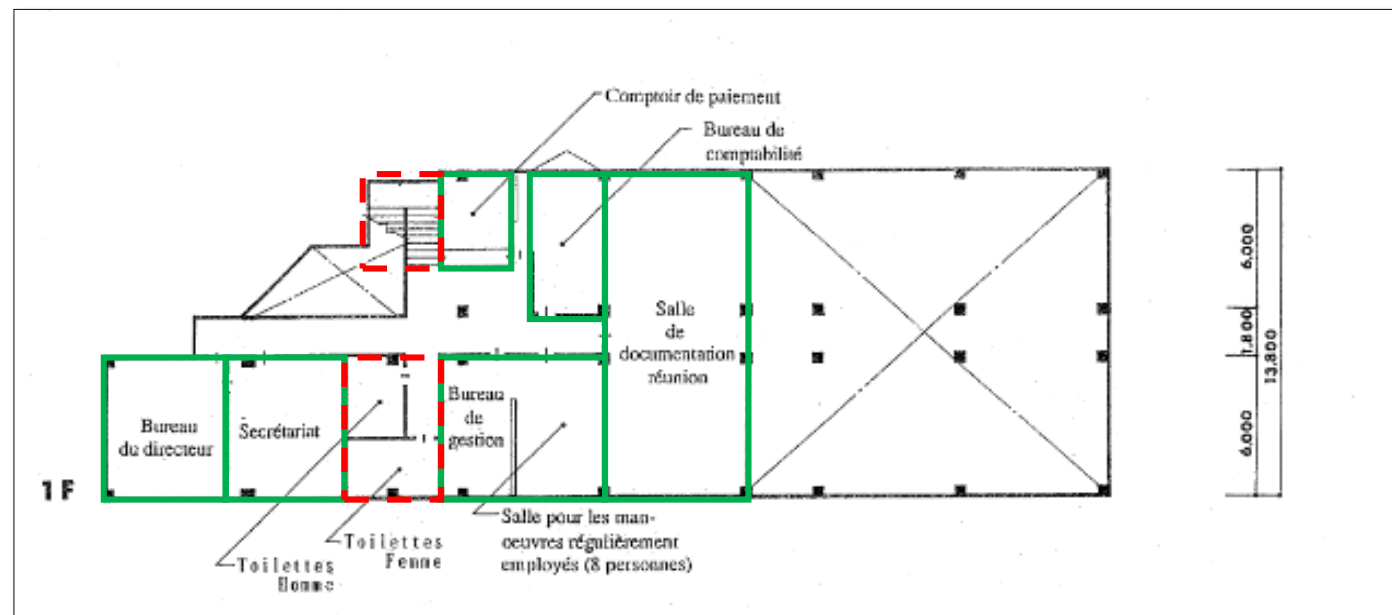
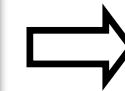


Figure 27: Le plan de premier étage ou on trouve les espaces les moins bruyants, **source:** Jica, 1990, traité par auteurs



Le premier étage est composé d'espace beaucoup plus privé et moins bruyant. On trouve le bureau du directeur, le secrétariat, bureau de gestion, bureau de comptabilité, salle pour les manœuvres régulièrement employés, salle de documentation et de réunions.

À travers l'étude de cet exemple nous avons retenu que la réalisation du centre de stockage des céréales mis en avant un plan de circulation des grains à l'intérieur des différentes installations. Il doit être aussi facilement accessible pour les véhicules de livraison. Cela facilitera l'approvisionnement et la distribution des céréales, ainsi que les opérations de chargement et de déchargement. Il est important de prévoir des voies de circulation claires et bien définies pour faciliter la manutention et le déplacement des céréales. Encore, la sécurité du centre est primordiale pour prévenir les incendies et les accidents. De plus, l'intégration d'un système de contrôle climatique adapté est essentielle dans la réalisation de l'équipement pour maintenir des conditions optimales, prévenir les dommages et assurer la conservation des céréales. Par ailleurs, il est nécessaire de prendre en compte les principes de durabilité dans la conception de notre projet, en utilisant des matériaux durables et en intégrant des solutions d'économie d'énergie et de gestion des déchets.

Cet exemple nous a permis de définir les étapes de stockage des céréales avec les installations et le matériel nécessaires pour effectuer chaque étape, le fonctionnement de la tour de manutention et la relation qu'elle crée avec les cellules de stockage. Nous avons constaté aussi qu'il y'a des paramètres qu'on doit respecter lors de choix de site d'intervention pour ce type d'équipement (loin des agglomérations, proche de la route nationale, etc.). Des éléments indispensables pour l'établissement du programme quantitatif de l'entité de préservation dans notre projet.

2. La réserve mondiale de semences du Svalbard en Norvège

La réserve mondiale de semences du Svalbard surnommé l'arche de Noé végétale est la plus grande réserve de graines au monde. Elle est située sur une île extrêmement isolée, Spitzberg dans l'archipel du Svalbard en Norvège à un peu plus de mille kilomètres du pôle Nord (La rédaction de futura, 2020). Il s'agit d'un bunker enfouie à plus de 120 m sous la terre à l'intérieur d'une montagne de grès qui abrite plus d'un millions de graines venues du monde entier pour protéger la diversité génétique en cas de catastrophe naturelle, de guerre, de maladie ou de perte. Donc, elles sont conservées dans un lieu sécurisé pour assurer notre survie alimentaire. Sa situation, 130 mètres au-dessus du niveau de la mer, garantit que la chambre forte restera au sec même en cas de fonte des glaces et d'élévation du niveau des océans. En outre, les Etats et les institutions qui ont déposé leurs cultures génétiques dans cette chambre forte peuvent les récupérer à n'importe quel moment. A titre d'exemple, en raison du conflit syrien, la banque de gènes de la ville d'Alep a été détruite. Pour cela, ils ont décidé de créer une nouvelle banque en dehors du pays (au Maroc et au Liban). Les chercheurs ont pu récupérer au Svalbard les doubles de graines disparues dans la destruction de la banque de gènes de la ville d'Alep. Alors, cet exemple montre l'utilité de cette banque dans la survie alimentaire (Jonquille, Ail, 2023).



Figure 28: La réserve mondiale de semences du Svalbard en Norvège, enfouie à l'intérieur d'une montagne de grès, **source:** Chergui, 2016.

Le bâtiment est inauguré en 2008, réalisé par l'architecte Norvégien Peter W.Soderman sur une surface de 1000 m². «Le site n'a évidemment pas été choisi au hasard, le but s'était d'enfouir le bâtiment sous le permafrost, un sol censé être gelé en performance» (De Mori, 2020). De plus, «Ce site a été choisi parce que le climat et la géologie du Spitzberg se prêtent parfaitement à un tel projet de conservation et que les pays scandinaves sont fortement impliqués dans ce dernier» (Chergui, 2016) ainsi que son éloignement de l'activité humaine (Zis, 2008). La réserve de Svalbard est composée de formes architecturales régulières (*cf.* fig.15). Nous avons une entrée en béton partiellement encastré dans une montagne, ce qui offre une protection naturelle contre les variations de température et les événements climatiques. L'extérieur de l'entrée est caractérisé par une façade en verre, symbolisant la transparence et l'ouverture, un tunnel long de 120 m. Au long de ce couloir on trouve une salle de contrôle des semences avant leurs préservation avec la salle des locaux de maintenance technique. À la fin de ce tunnel nous trouvons un couloir intermédiaire qui donne l'accès sur les trois salles de stockage de semences de 27 m de long sur 9,5 de large et de 6 m de hauteur avec une surface de 256,1 m² pour chacune (*cf.* fig.14).

Les échantillons sont conservés dans des enveloppes de sécurité hermétiques, conçues pour empêcher l'humidité et l'oxygène d'entrer, ce qui pourrait endommager les grains. Ces enveloppes sont emballées donc dans des boîtes en plastique scellés pour une double protection. Cela ajoute une couche supplémentaire de sécurité pour préserver les graines. Les chambres de stockage sont maintenues à une température constante de (-18°C), condition idéale pour la conservation des semences (Laplume, 2023). Cette température basse aide à ralentir le processus de vieillissement des graines et à maintenir leur viabilité à long terme. Le système de contrôle climatique surveille en performance la température et l'humidité pour garantir des conditions optimales de stockage. En cas de panne de courant, un système de refroidissement d'urgence à base de générateurs diesel assure le maintien des conditions requises. «La longévité des semences dépend de la qualité initiale du matériel, de l'espèce botanique, du taux d'humidité et de la température durant le stockage. En général, un taux d'humidité bas et une température basse ralentissent la perte de viabilité des semences» (Schiercher et autres, 2018). La banque de grains de Svalbard intègre un système de sécurité pour protéger les échantillons de semences. Il comprend des portes de sécurité multiples, des systèmes de surveillance vidéo, des détecteurs d'intrusion et une garde armée Norvégienne. Ces mesures garantissent un accès limité et contrôlé à la banque.



Figure 29: Plan de situation de la réserve mondiale de Svalbard, **source:** Ramis, 2020

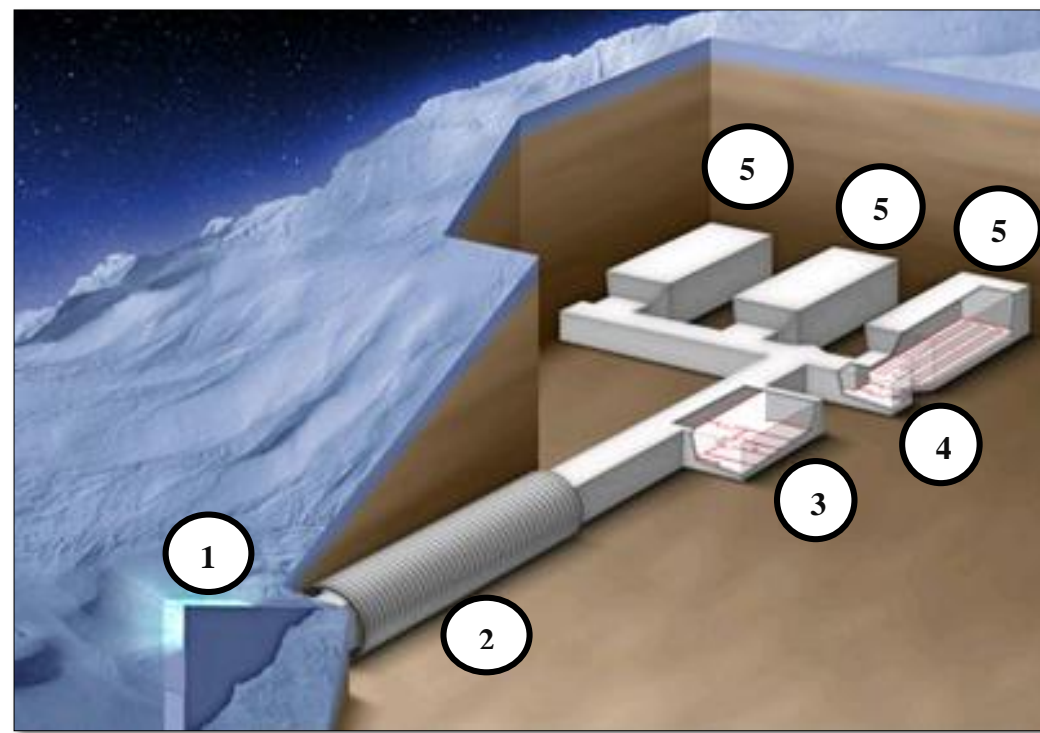


Figure 30: Coupe longitudinale de la réserve mondiale de Svalbard, elle résume les différents espaces qui la composent, **source:** Dagnan, 2010, traité par auteurs



Figure 31: Le dépôt des grains, **source:** Peterson, 2008

«Les graines sont conditionnées dans des paquets spéciaux à quatre plis et scellés à chaud afin d'éviter les moisissures» (Wiki and, 2020).

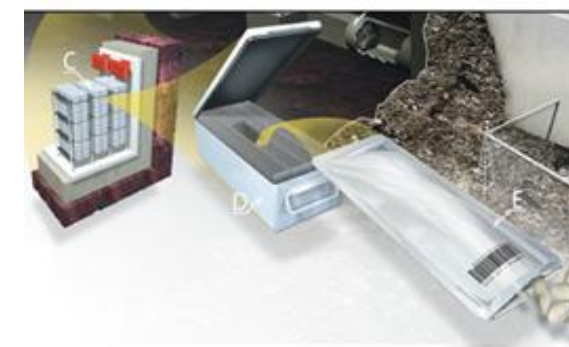


Figure 32: Les enveloppes de semences sont logées dans des boîtes en plastique ondulé, **source:** Foley, 2007

Le dépôt est protégé par des hautes murailles de béton renforcé, de portes d'acier blindées (Peterson, 2008).

Des parois en béton armé à plus d'un mètre d'épaisseur pour protéger la banque des facteurs extérieurs (Peterson, 2008)

- Légende**
- 1 L'entrée
 - 2 Le couloir d'accès
 - 3 Salle de contrôle avec la salle de maintenance
 - 4 Couloir intermédiaire
 - 5 Les chambres de préservation des semences



Figure 34: Le long couloir d'accès où on trouve les portes d'accès vers la salle de contrôle ainsi que la salle de maintenance, **source:** Ramis, 2020

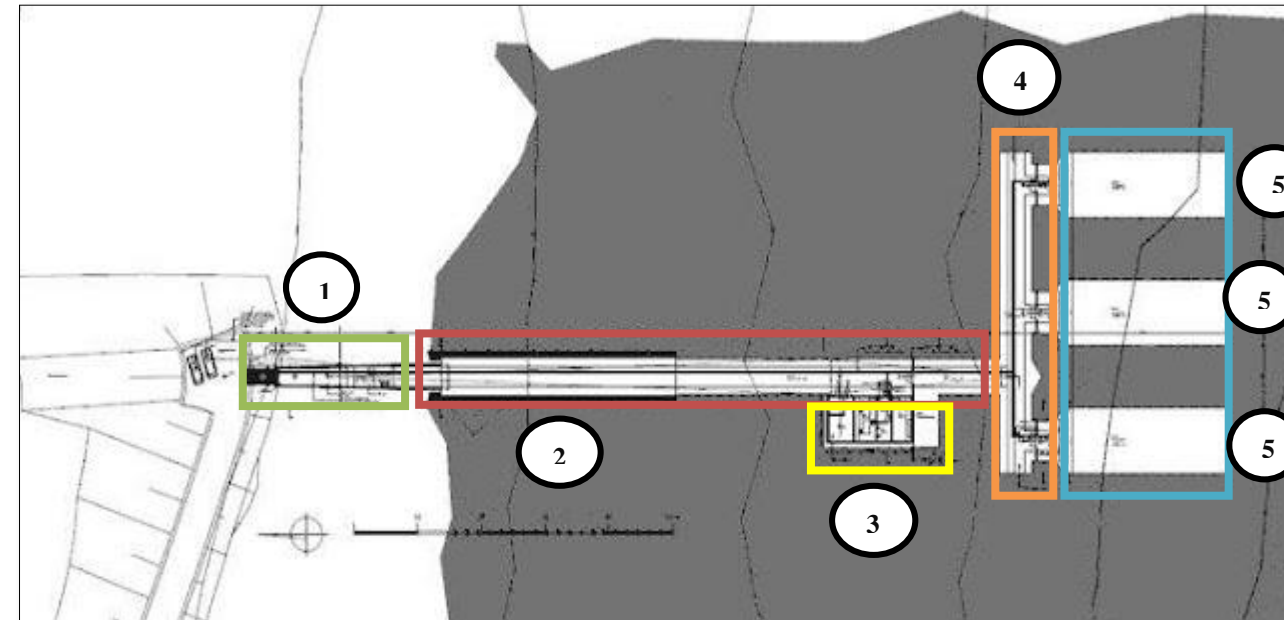


Figure 33: La vue en plan de la réserve mondiale de Svalbard, **source:** Dagnan, 2010, traité par auteurs

A travers cet exemple, nous concluons qu'il y'a des normes de conservation des grains qu'on doit respecter dans notre projet, pour maintenir leur qualité sur une longue durée. Il s'agit de stocké les grains à une température basse de (-18°C) pour préserver la viabilité des semences pendant de nombreuses années. De plus, l'environnement de stockage est maintenu avec une faible teneur en humidité et en oxygène. Cela réduit les risques de détérioration, de développement de moisissures ou d'activité biologique indésirable.

3. L'institut de recherche à Wageningen, Pays-Bas

L'institut de recherche à Wageningen, Pays-Bas c'est une institution renommée mondialement dans le domaine de la recherche agricole, alimentaire, environnementale et en sciences de la vie. Le projet se situe à la limite nord de la ville universitaire de Wageningen dans un ancien champ de blé qui a été épuisé et pollué par une utilisation agricole intensive. Le terrain choisi est un site de recherche soumis à la mission de l'institut de recherche qui est la rénovation et l'évolution des terrains agricoles. L'institut est implanté au centre d'université des sciences de la ville Wageningen dans un site riche de verdure et dans un endroit très calme. C'est un bâtiment en relation harmonieuse avec la nature qui l'entoure cela veut dire la maîtrise des conditions naturelles et climatiques (Raoudiou, Irkakene, 2016).



Figure 35: L'institut de recherche de Wageningen, Pays-Bas, **source:** Monumentenroute, 2018.

Le projet est conçu sous la forme d'un peigne composé de quatre parallélépipèdes (cf. fig. 36). Cette forme compacte du bâtiment favorise la minimisation de l'énergie. Il est composé de laboratoires qui occupent l'aile nord du bâtiment, orientés vers l'intérieur où se trouvent un jardin, des bureaux qui occupent les trois barres de ce dernier orienté à l'est et à l'ouest, séparé entre eux par des atriums qui permet la pénétration de la lumière naturelle. Nous trouvons aussi une bibliothèque, une salle de conférence ainsi qu'un restaurant disposé librement sur le pignon sud. L'orientation du projet était choisie alors selon le besoin des espaces en lumière naturelle (cf. fig. 37). La hauteur du bâtiment a été limitée à trois niveaux pour favoriser la communication et les liaisons visuelles entre les collaborateurs, aussi pour laisser passer la lumière pénétrée à travers les atriums vers les niveaux inférieures (rez-de-chaussée) (Bouhnisch Architekten, 2023).



Figure 36: Maquette de l'institut de recherche agronomique à Wageningen montre sa composition volumétrique, **source:** Pinterest, 2023.

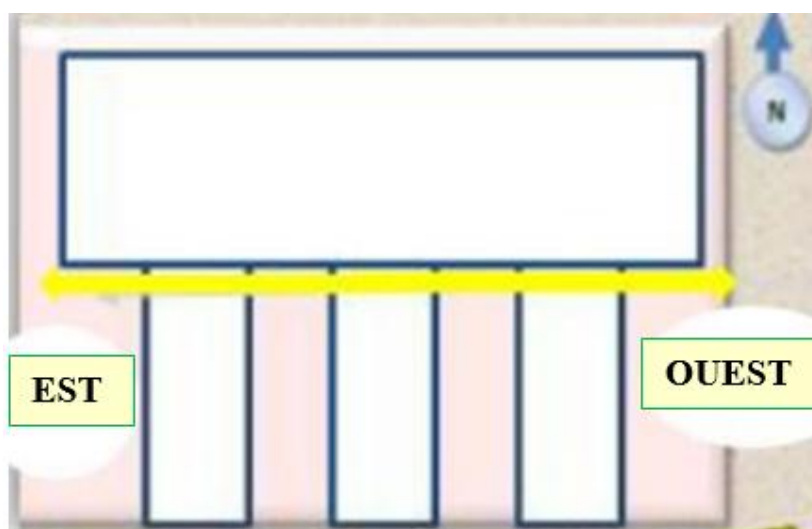


Figure 37: Schéma de l'orientation de l'institut de recherche agronomique à Wageningen, **source:** Fait par auteurs, 2023.

La répartition des espaces dans l'équipement est faite suivant une hiérarchisation logique commençant par les espaces qui sont destinés au public (cafétéria, bibliothèque et gestion) puis les espaces administratifs (les bureaux) parallèlement avec les cours intérieures (les atriums) destinés pour la détente et arrivant aux espaces privés qui sont destinés pour les chercheurs (les laboratoires) (cf. fig. 38) et (cf. fig. 39). La distribution des espaces était choisie selon les exigences d'intimité et de confort que demande chaque activité.

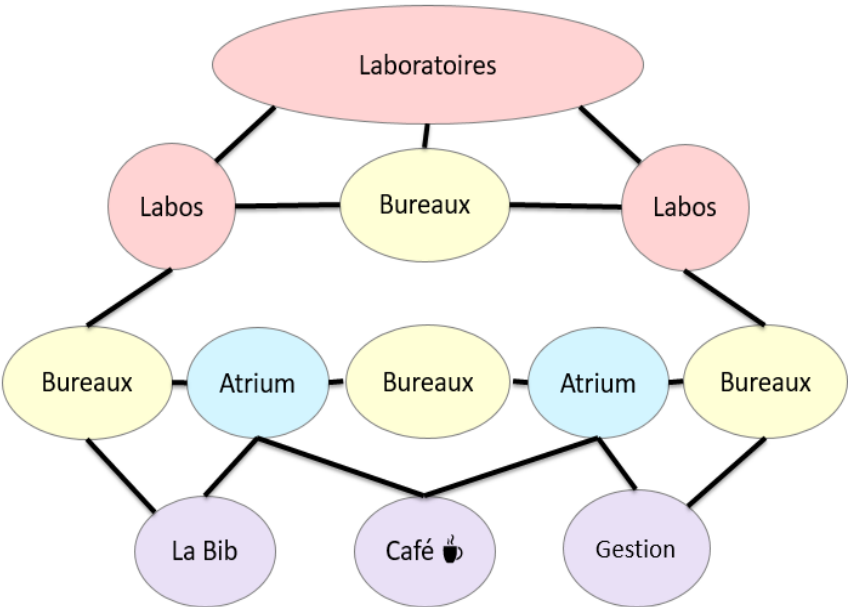


Figure 38: Organigramme spatial de l'institut de recherche, **source:** Fait par auteurs, 2023.

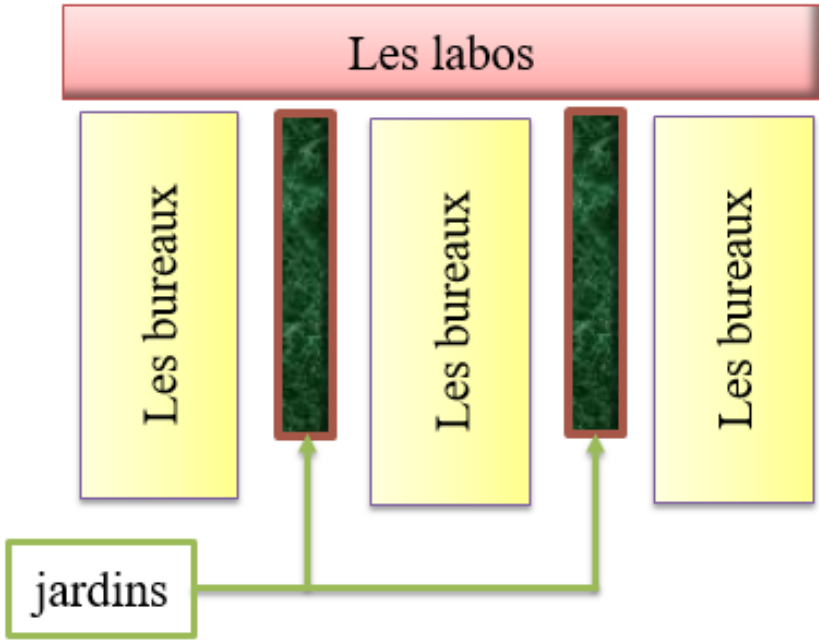


Figure 39: L'occupation au sol de l'institut de recherche nous montre clairement la forme de base de projet, la répartition ainsi que l'orientation des blocs avec les espaces intérieurs et extérieurs, **source:** Ongreening, 2023.

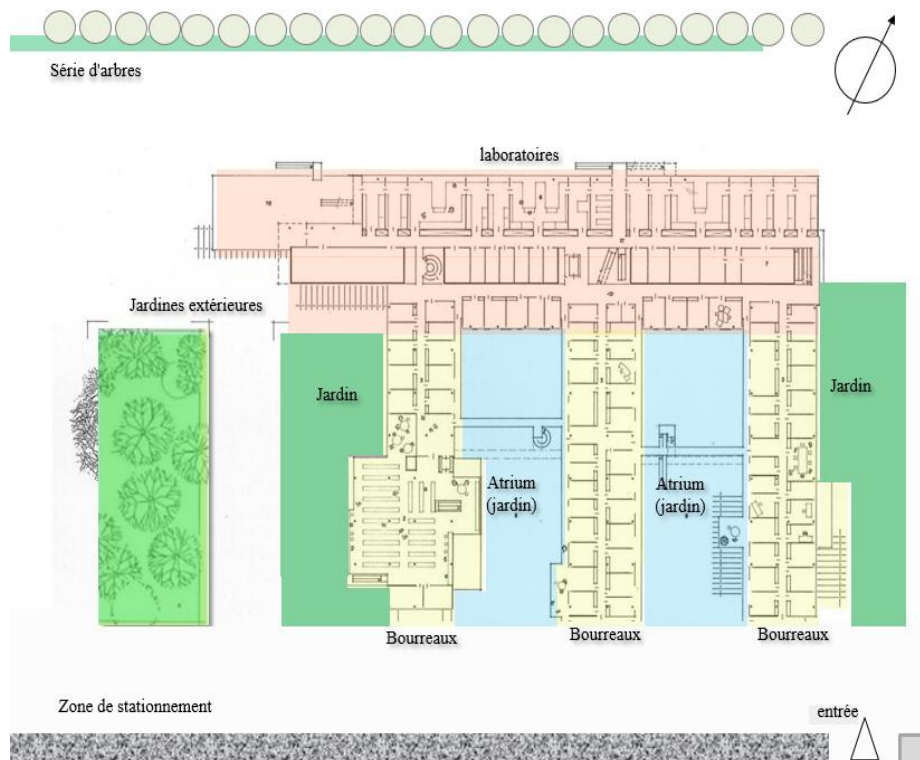


Figure 40: Plan de rez-de-chaussée de l’institut de recherche qui montre le fonctionnement et la répartition des blocs de l’institut de recherche ainsi que la relation qu’ils ont avec les espaces de détente et les espace extérieures, la même organisation pour les deux étages, superposition des laboratoires et des bureaux pour les trois barres (cf. fig. 41), **source:** Ongreening, 2023, traité par auteurs.

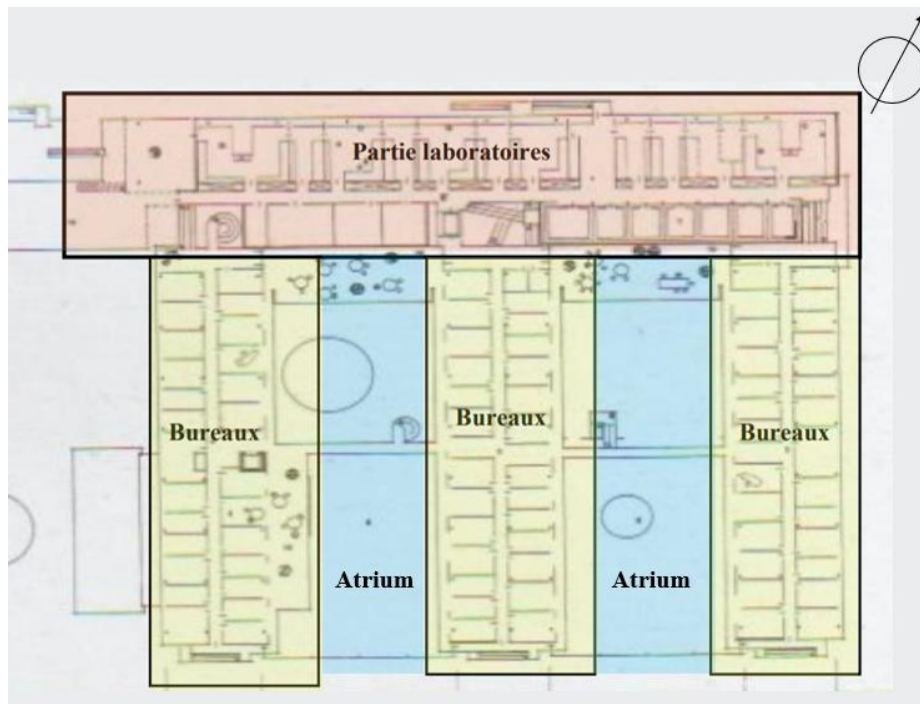


Figure 41: Plan de l’étage de l’institut de recherche montre la continuité verticale du fonctionnement de l’institut de recherche, **source:** Ongreening, 2023, traité par auteurs.

L'utilisation des espaces centraux qui animent le projet avec la bonne hiérarchisation des espaces garantis des relations logiques et hiérarchisées entre les espaces de travail et les jardins, quel que soit fonctionnelles ou visuelles (cf. fig. 42). Le projet est conçu afin de brouiller la frontière entre les espaces intérieurs et extérieurs grâce aux jardins intérieurs qui sont construits à l'aide de matériaux de serres, ce qui va contribuer à la régulation du climat ambiant en générant de la chaleur en hiver et de la fraîcheur en été tout en humidifiant l'air afin de donner une qualité visuelle et fonctionnelle à l'espace de détente (cf. fig. 43). Donc à travers ça on peut dire que l'atrium est un élément essentiel du concept énergétique par la création d'un microclimat à l'intérieur de l'espace (Ongreening, 2023).

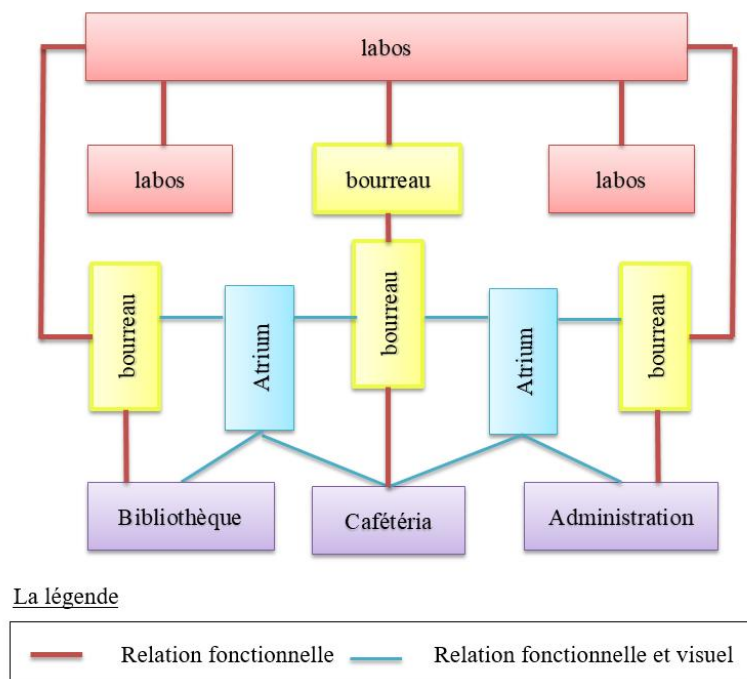


Figure 42: Organigramme spatial de l'institut de recherche montre les différentes relations fonctionnelles et visuelles qui existent entre les différents espaces de travail ainsi de détente de projet, **source:** Ongreening, 2023.



Figure 43: Des illustrations qui montrent le confort visuel ressenti dans un bureau au RDC ouvert vers le jardin, **source:** Gauzin-Muller, 2001

On ne peut pas parler sur la démarche d'éco-construction dans l'institut sans aborder le programme allié entre une bonne qualité sanitaire, l'hygiène et le développement durable, il se base essentiellement sur le respect de la démarche HQE. Là on parle sur la relation harmonieuse entre le bâtiment et la nature qui l'entoure, à partir de l'organisation de la parcelle qui crée un cadre de vie agréable avec la forme compacte du bâtiment qui permet la minimisation de l'énergie. Sans oublier la couverture végétale du toit qui est composée d'un amalgame de plantes grasses (sédum) et plantes peu exigeantes (peu d'eau, peu de terre) ce qui permet une intégration parfaite dans le site et une régulation thermique de l'ensemble de l'enveloppe du bâtiment. Encore, la gestion de l'eau par la récupération de l'eau de pluie et la revitalisation d'un site agricole pollué, par la maîtrise de cycle de l'eau et la création de conditions naturelles contrastés qui donnent à la nature la possibilité de se régénérer elle-même (cf. fig. 44) (Gauzin-Muller, 2001).

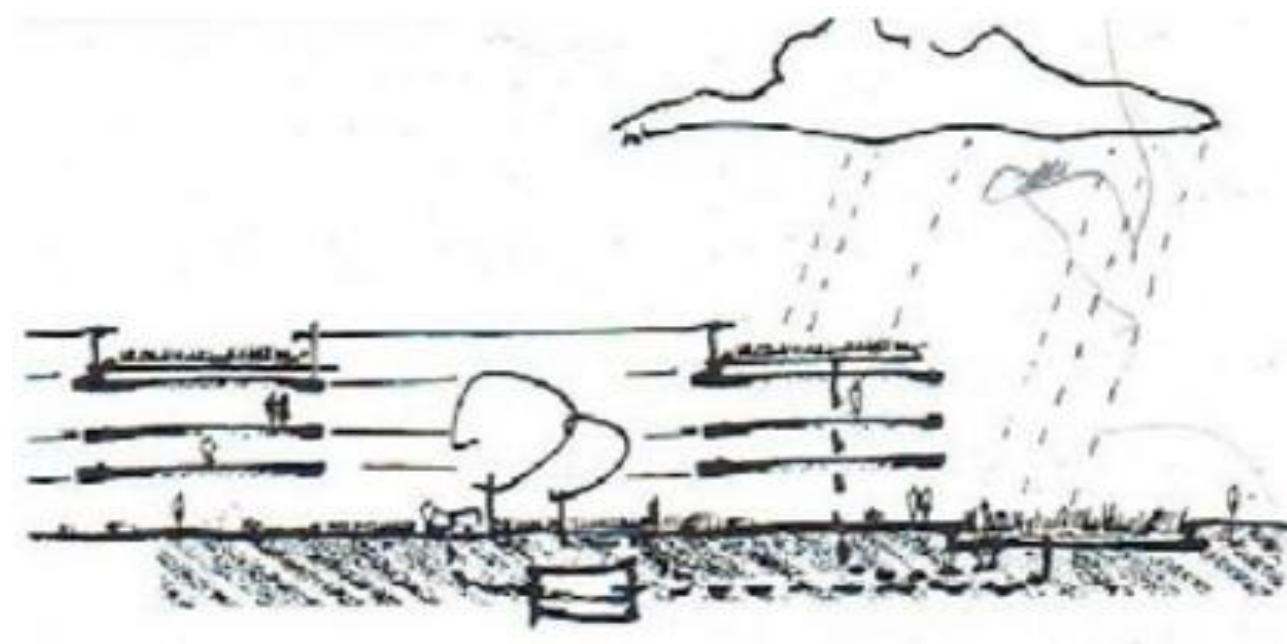


Figure 44: Schéma explicatif des avantages de la végétalisation des toitures et l'aménagement paysagère qui favorise le cycle de l'eau, **source:** Gauzin-Muller, 2001; Pinterest, 2023.

Le choix de l'intégration et de la mise en oeuvre des procédés et produits de construction locaux par exemple les murs en pierre sèche, avec l'usage des matériaux de serre telles que les pierres naturelles et le bois est une considération importante aussi et contribue à la gestion de l'énergie (Monumentenroute, 2018).



Figure 45 : Illustration de l'espace intérieur du projet qui montre l'utilisation des matériaux durables et locales comme le bois, **source:** Ongreening, 2023.

L'utilisation passive de l'énergie grâce aux atriums vitrés qui assure une ventilation naturelle de l'équipement avec un rafraîchissement lorsque l'air passe par les plans d'eau et la verdure (cf. fig. 46).



Figure 46: Coupe schématique de circuit d'air dans le projet, elle montre l'effet de la ventilation naturelle grâce aux espaces intérieurs centralisés (les atriums), **source:** Ongreening, 2023, traité par auteurs.

De plus, ces atriums centralisés jouent le rôle d'un régulateur thermique grâce à la qualité d'air qui circule dans l'espace, cela est effectué à partir d'un microclimat créé d'après l'aménagement intérieur par la verdure et la présence des bassins d'eau et des matériaux de serre. Les atriums favorisent aussi de l'éclairage naturel et de la ventilation dans les journées ensoleillées. La façade sud est munie de grandes baies vitrées avec un système de protection solaire efficace pour éviter tout effet de surchauffe. (cf. fig. 47) (Gauzin-Muller, 2001).

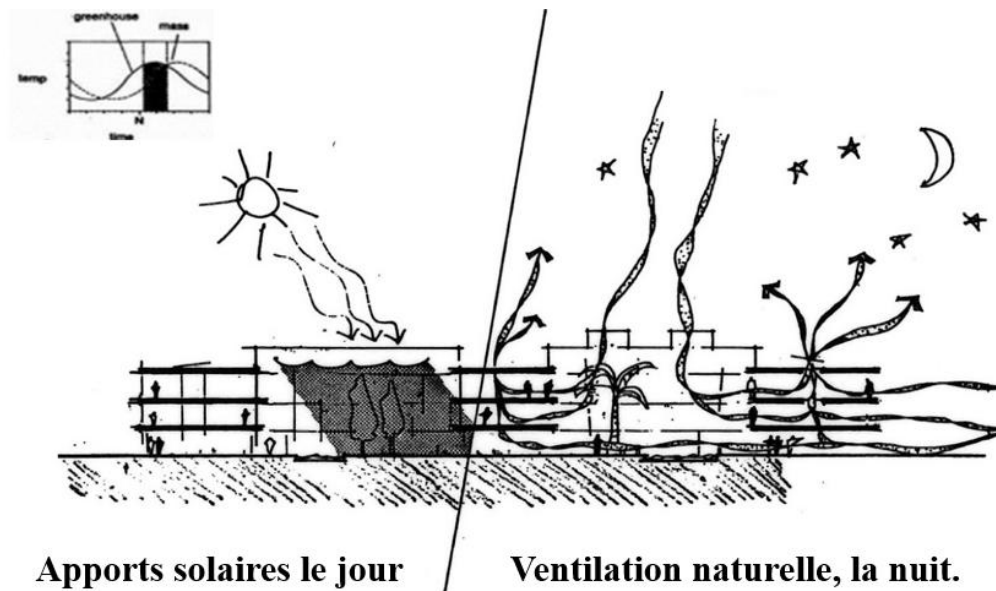


Figure 47: Coupe schématique du projet montre l'effet de la ventilation naturelle grâce aux apports solaires pendant la journée, **source:** Gauzin-Muller, 2001.

On conclut que la conception architecturale de l'institut de recherche agronomique de Wageningen met l'accent sur les principes de durabilité et d'efficacité énergétique. Il s'agit d'un bâtiment moderne et durable qui dispose de nombreuses fonctionnalités écologiques, telles que les toits verts, des systèmes de récupération d'eau de pluie, des panneaux solaires et une isolation thermique avancée. Nous trouvons aussi l'utilisation de la transparence pour créer une continuité visuelle entre le projet et le site de recherche. A travers cet exemple nous avons constaté que la conception de notre projet doit être pensée de façon à profiter au maximum des ressources naturelles qui se trouvent sur le site d'intervention afin d'avoir un équipement qui s'intègre à la fois à son contexte, à son environnement et à son climat, tout en utilisant des matériaux et des techniques modernes qui lui permet de réduire sa dépense énergétique. En outre, il doit avoir une composition architecturale simple qui va nous permettre une liberté dans la conception spatiale et fonctionnelle. Encore, il doit disposer des espaces de travail adaptés et les installations techniques avancés tel que les laboratoires spécialisés, les serres expérimentales, une bibliothèque et les installations de recherche sur le terrain afin de répondre aux exigences de confort des chercheurs et des scientifiques.

CHAPITRE 02 : UNE BIOCLIMATOLOGIE SPÉCIAL, ROUÏBA UN POLE AGRICOLE STRATEGIQUE POUR UN CENTRE DE DÉVELOPPEMENT ET DE PRÉSERVATION DES CÉRÉALES

Notre choix s'est porté sur la zone agricole à urbanisé de Rouïba-Alger, plus précisément sur le site qui se trouve au niveau sud-ouest de la sortie de la ville. On considère notre site comme le meilleur choix pour intégrer un centre de développement et de préservation des céréales car il répond aux exigences de notre équipement qui ont été fixés dans la partie précédente. L'étude a été réalisée en se basant sur l'interprétation des données tirées du PDAU d'Alger 2016, le POS, l'APC, la subdivision de l'agriculture, ainsi que les données de la station météorologique de Dar El-Beida. Le site est une zone agricole destinée pour accueillir des équipements qui sont au service de l'agriculture. Nous avons effectué en premier une étude sur le périmètre d'étude et son importance. Par la suite, nous avons fait une analyse du site d'intervention et son environnement immédiat. Nous avons traité aussi la climatologie et son impact sur notre équipement tout en intégrant une architecture bioclimatique.

I — ROUÏBA UN PÔLE STRATIGIQUE AGRICOLE À EXPLOITER

D'après les entretiens effectués auprès des différentes directions et organismes (direction de l'agriculture, de l'environnement, de l'urbanisme, l'office Algérien interprofessionnel des céréales, coopérative agricole des céréales et légumes secs) (*cf.* Annexe 2) notre choix de site s'est porté sur la commune de Rouïba en raison de plusieurs avantages. D'abord, Rouïba est une commune dans la banlieue d'Alger, localisée au cœur de la riche plaine de Mitidja à 25 Km à l'ouest de la wilaya de Boumerdes et à 35 Km à l'est de la wilaya d'Alger et à 7 Km de la mer. Elle occupe, de fait, une situation stratégique, entre deux pôles attractifs Boumerdes et Alger. Par ailleurs, la ville de Rouïba a différentes vocations, agricole puisqu'elle est située sur la riche plaine de Mitidja, commerciale vu la présence d'une zone industrielle de forte activité économique et commerciale. Toutefois, elle souffre d'un déséquilibre entre ses deux vocations. L'agriculture est menacée par le changement climatique, la pandémie qui ont perturbés les activités agricoles, entraînant une diminution de la production alimentaire et une insécurité alimentaire sachant que celle-ci est un facteur important pour le développement de l'économie. « L'activité agricole redevient prioritaire à l'échelle de la planète et que l'agriculture assure dans le développement global plusieurs fonctions que les économistes sont analysés. L'agriculture apparait au sein de l'économie alimentaire et de l'économie globale » (Termache, Rabiah, 2020). Rouïba exerce également un développement économique considérable dû

à la présence des zones à urbanisation futur destinés à des activités économiques agricoles. Cela dans le but d'harmoniser la relation entre le secteur agricole et le secteur industriel. De plus, Rouïba est considéré comme la première productrice des céréales sur la wilaya d'Alger avec une superficie de 75 hectares (Msilta, 2020 ; Zirek, 2020 ; Djeha, 2018 ; Termache, 2020 ; Rabiah, 2020).

II — PRÉSENTATION DU TERRAIN D'INTERVENTION

Après avoir consulté le PDAU de Rouïba nous avons sélectionnée un terrain d'intervention qui répond aux conditions de choix de site pour un centre de développement et de préservation des céréales. Ce site se trouve dans la sortie de la ville, donc loin des agglomérations de populations. Il est situé dans une zone à vocation agricole à proximité de l'office Algérien interprofessionnel des céréales. Il bénéficie d'une bonne accessibilité, par la présence des infrastructures importants : Route national 5 (RN5), l'autoroute 11 (A11), chemin de la wilaya 121 (CW121), la route principale projetée, avec des installations urbaines telles que la gare ferroviaire et l'arrêt de bus. Ainsi, et vu que notre terrain d'étude est situer dans une zone à caractère agricole inscrite dans la AUE qui est une zone d'activité économique classée dans le secteur à urbaniser, nous nous sommes dirigés vers la subdivision de l'agriculture de Rouïba pour avoir plus de détails sur notre terrain d'étude. Mais aussi, avoir une autorisation pour visiter le site qui était clôturé. Notre rencontre était avec le directeur de la subdivision de l'agriculture de Rouïba, Cheirat Faycel, qui a bien accueilli notre idée de projet et notre choix de site.

Après la visite de l'assiette d'intervention, on a soulevé qu'elle est d'une forme rectangulaire et plate, entourée par des murs en béton dans les deux cotés nord et ouest avec une série d'arbres dans les deux cotés sud et est. Le site est situé au nord-ouest de Rouïba, dans une zone à vocation agricole sur une superficie d'environ 2 hectares. Il est délimité de côté nord par l'office Algérien interprofessionnel des céréales (OAIC), du côté est par un projet non achevé qui est le complexe d'abattage de conservation de transformation et de conditionnement de produits ovins et bovins. Du côté sud, on trouve des terrains agricoles et, enfin de côté ouest un passage réservé à l'extension de chemin de fer ainsi que des terrains agricoles.

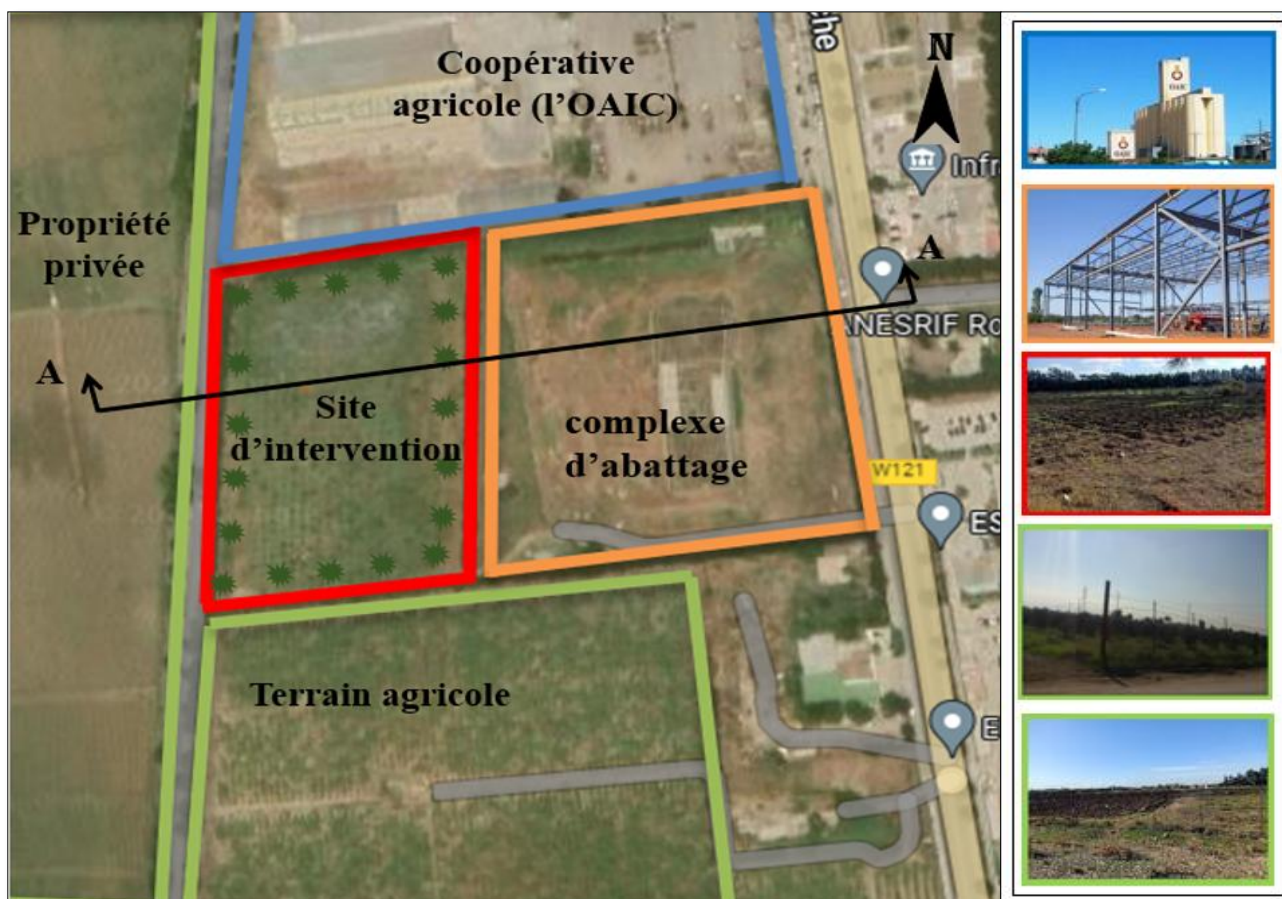
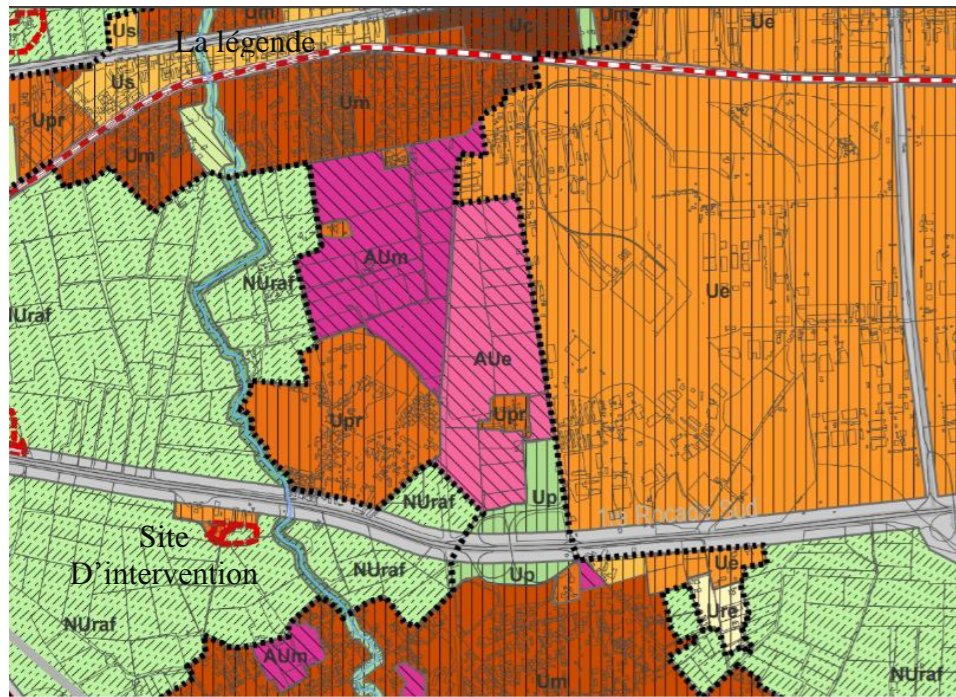


Figure 48: Site d'intervention par rapport à son environnement immédiat, le plan indique l'accessibilité au terrain d'intervention ainsi que les équipements voisins, **source:** Google earth, 2022, traité par auteurs.

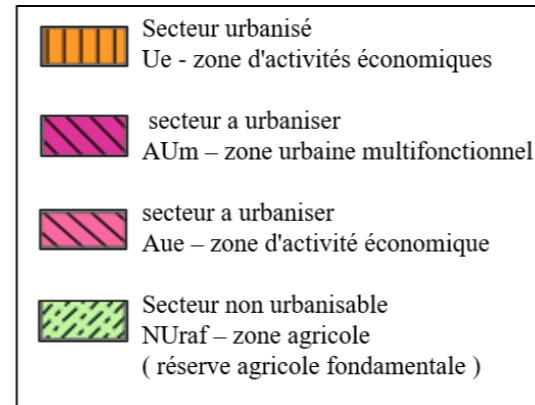
Notre zone d'étude est à proximité de deux routes nationales et un chemin de wilaya qui relie le site à ses deux dernières. Le CW121 est la voie la plus utilisée pour accéder au site, et possède un flux très important. Il relie notre site de côté nord à la RN5 et de côté sud à l'A11 qui se caractérisent par une forte circulation mécanique (ce sont des voies à double sens). L'intersection de CW121 et l'A11 constitue un pont pour changer la direction. Du côté ouest, on trouve la nouvelle voie projetée à la place de la proposition d'extension du chemin de fer. La circulation piétonne est faible au niveau de la voie où se situe le site car les agglomérations de population sont loin. On trouve aussi la présence de différentes installations urbaines citant à titre d'exemple la gare ferroviaire et le stationnement des bus. Donc, notre site d'intervention bénéficie d'une position stratégique qui lui permet une bonne accessibilité.

En outre, le site présente un environnement à caractère industriel mais aussi agricole vu la présence des terres agricoles dans ses deux cotés sud et ouest qui sont considérés comme des propriétés privées. Par contre, dans le coté est on voit la présence des équipements industriels tels que Infra rail qui s'occupe des travaux d'infrastructure ferroviaires, la fabrication de tous éléments préfabriqués en

béton et la production de béton et agrégats. Ainsi qu'Infra fer qui est une entreprise nationale de réalisation d'infrastructures ferroviaires avec aussi la base principale de la maintenance des locomotives et Estel Rail Automation. De plus, on trouve un équipement étatique à caractère commerciale qui est le complexe d'abattage de conservation de transformation et de conditionnement de produits ovins et bovins non achevé. De côté nord, on trouve la société Sonelgaz qui est une société commerciale et l'OAIC qui a un caractère industriel. Alors, on constate qu'il y a une absence totale de tout autre type d'équipements soit éducatifs, sportifs, culturels, de loisir, etc. C'est l'une des conditions nécessaires pour la réalisation de notre projet qui nécessite d'être inscrit dans un endroit loin de tout habitat ou équipements populaires. Ainsi, bien que le site soit dans les sortie de la ville, mais il reste bien sécurisé puisqu'il est à proximité d'un poste police.



Le site dans son environnement immédiat



Chemin de fer
(Auteurs, 2022)



Chemin de la willaya 121
(Auteurs, 2022)

Figure 50: Le PDAU d'Alger, source: L'APC de Rouïba, 2022.

<p>Vers des zones agricoles du secteur non urbanisable (NURaf), zone agricole (Réserve Agricole Fondamentale), il peut être utilisé pour les essais et les expérimentations agricoles.</p>	<p>Vers des zones agricoles, du secteur à urbaniser (AUM), zone urbaine multifonctionnelle, il permet la possibilité d'extension de l'équipement</p>
--	--

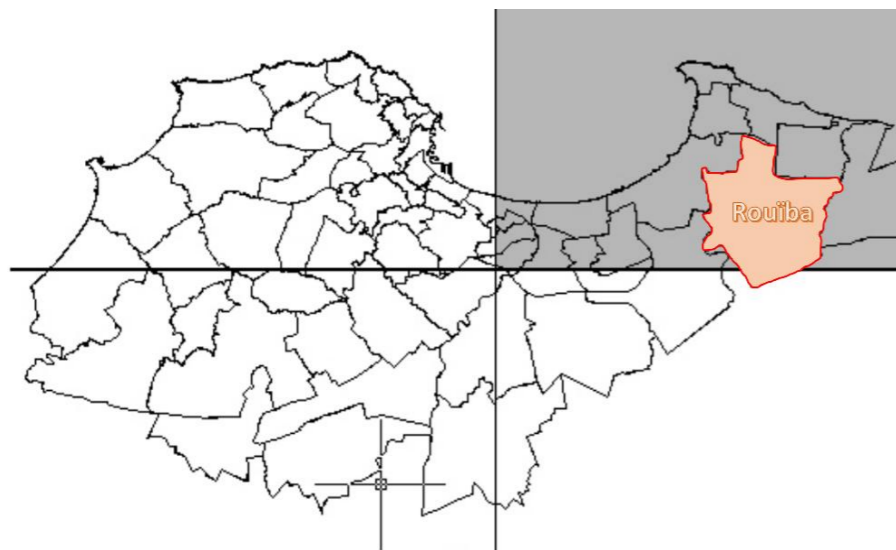
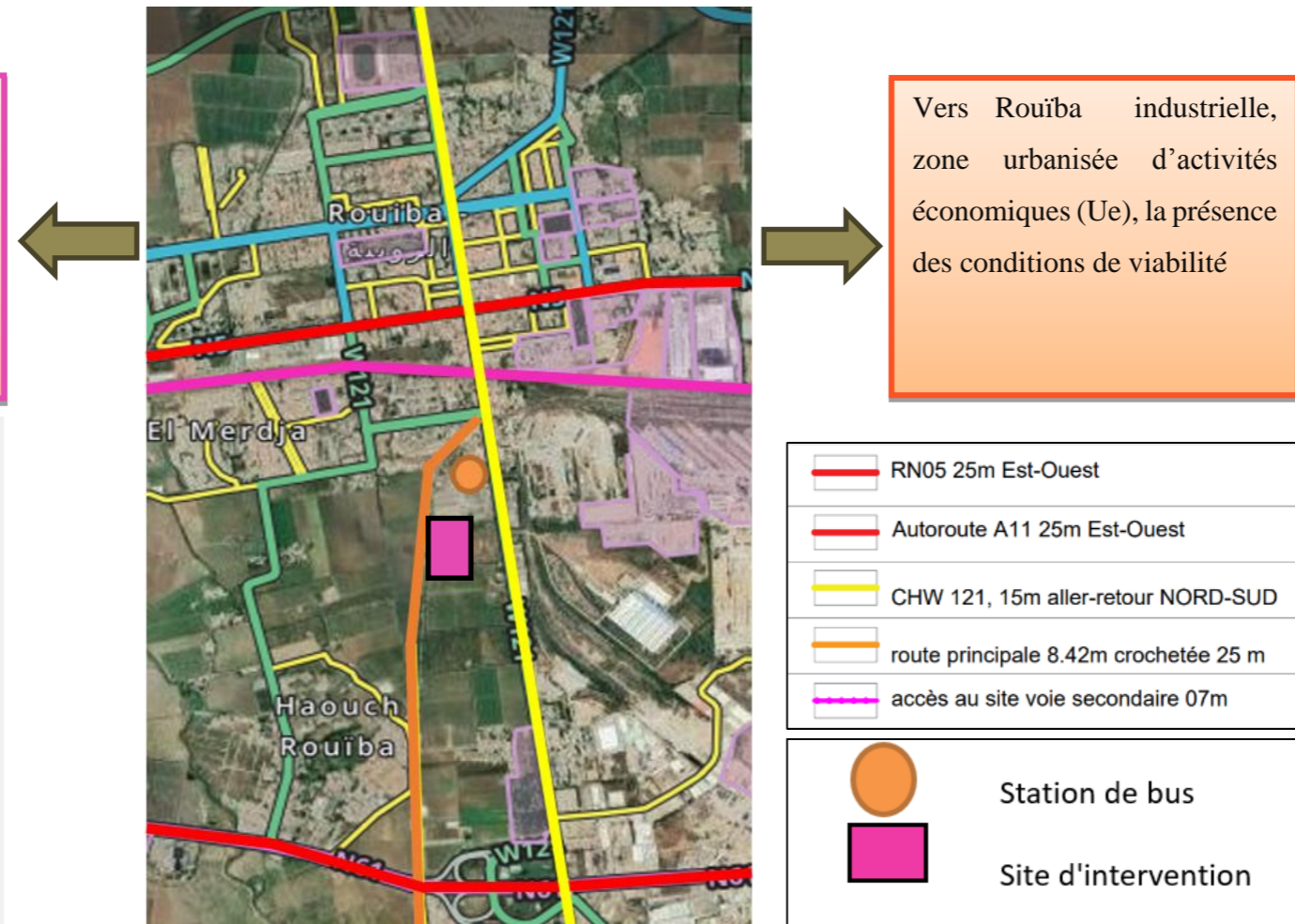


Figure 49: Le PDAU d'Alger. La situation stratégique de Rouïba valorise la centralité d'Alger, un équipement national bien intégrer dans son contexte, source: L'APC de Rouïba, 2022.

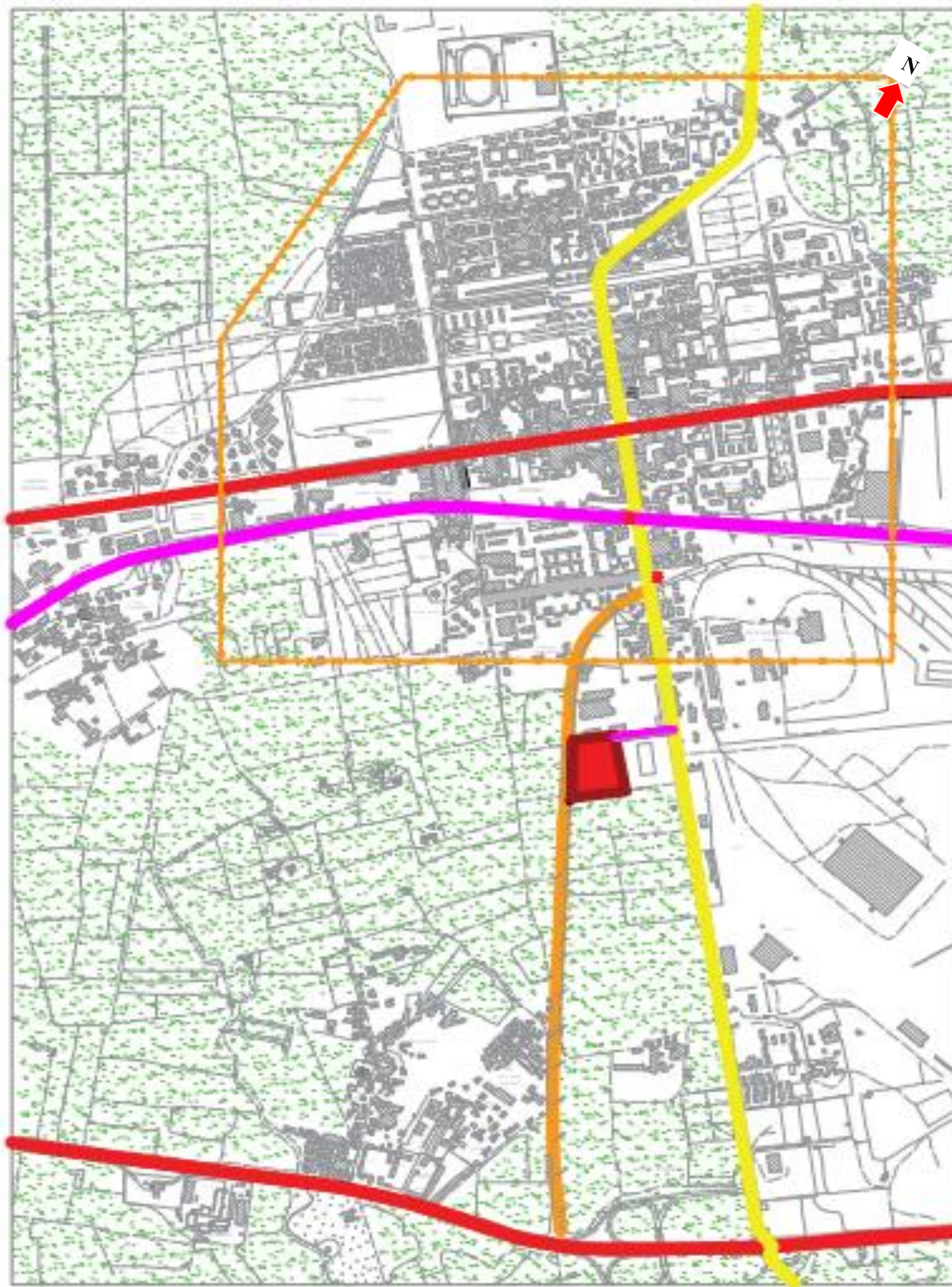


Vers Rouïba industrielle, zone urbanisée d'activités économiques (Ue), la présence des conditions de viabilité



Station de bus
(Auteurs, 2022)

Figure 51 : Situation de la parcelle d'intervention par rapport à Rouïba montre l'accessibilité au site d'intervention, source: Google earth, 2022, traité par auteurs.



RN05, 20m aller-retour EST-OUEST (auteur, 2022)



gare ferroviaire (auteur, 2022)



station de bus (auteur, 2022)



L'OAIC (auteur, 2022)



site d'intervention 19600 m² (auteur, 2022)

plan de situation (PDAU Alger-Rouiba, 2016) traité par l'auteur

la légende

	12m	15m
	RN05, 20m aller-retour	
	CHW 121, 15m aller-retour NORD-SUD	
	route principale 8.42m crochétée 25 m	
	avenue au 400 avec intersection CDH	
	avenue alle de Rouiba	
	Terrain agricole	
	autres	



route principale 8.42m crochétée 25 m NORD-SUD



CHW 121, 15m aller-retour NORD-SUD (auteur, 2022)

Figure 52 : Plan de situation de notre site, source: PDAU d'Alger-Rouiba, 2016, traité par auteurs.

Pour les interventions urbaines proposées au niveau de notre site par le POS de Rouïba 2016, on trouve la transformation de la proposition d'extension de chemin de fer de 08m vers une route de 25,5m qui relie entre la RN05 et A11 avec la requalification de l'impasse du 07m qui relie notre site d'intervention avec le chemin de wilaya 121 (CHW121) et la route proposée de 25m (cf. fig. 53).

Concernant la nature du sol, le site d'intervention est un terrain stable du bon sol (cf. Annexe. 02). Il a une morphologie plate et se trouve dans l'altitude 20 m (Carte topographique Rouïba altitude relief, 2023) avec une forme géométrique régulière.

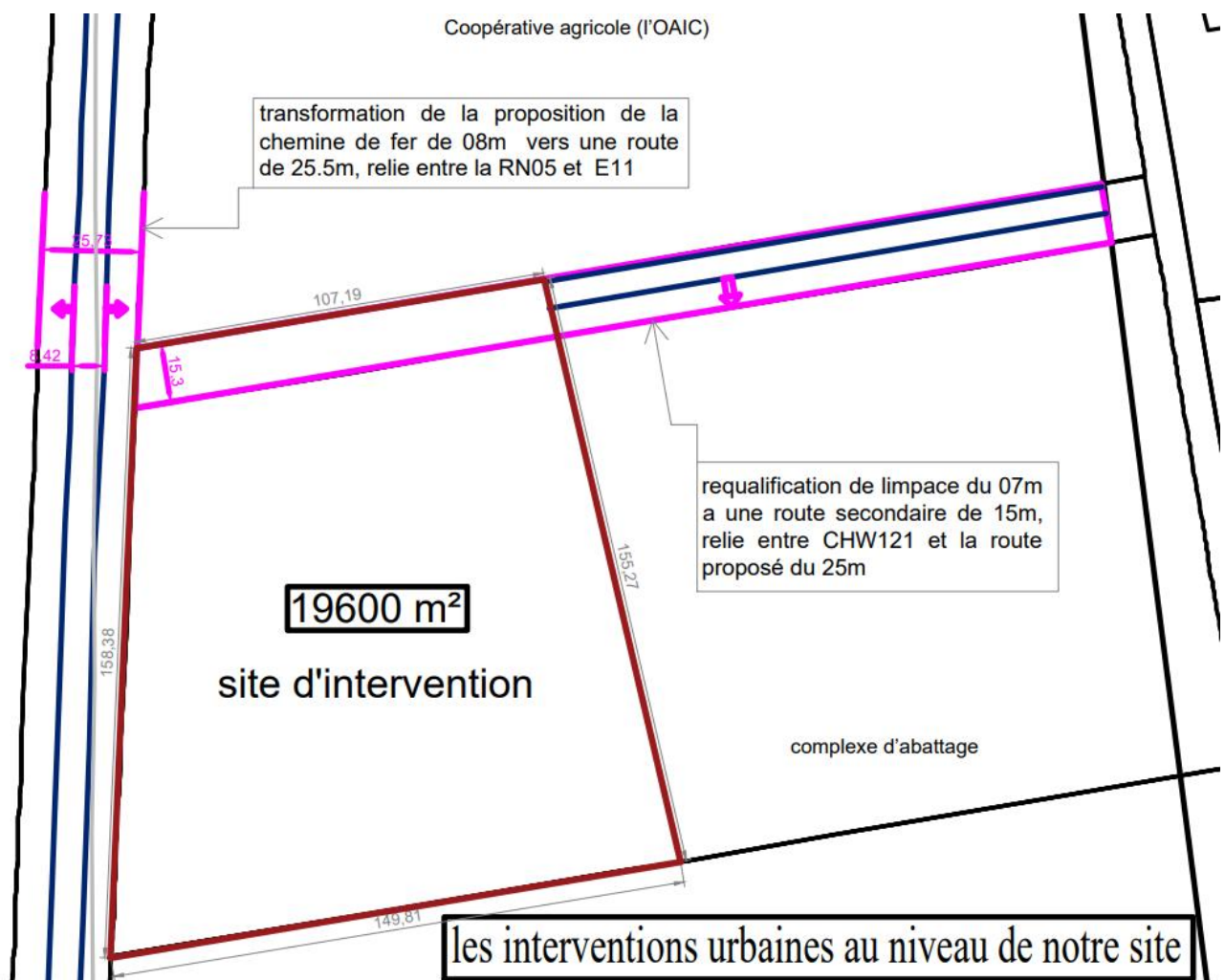


Figure 53 : Les interventions urbaines proposées au niveau de notre site, **source**: POS de Rouïba, 2016, traité par auteurs.

III — LA MAÎTRISE DE LA TOPO-CLIMATOLOGIE DE ROUBA POUR UN CENTRE DURABLE

L'évaluation du climat d'un site est une nécessité avant toute conception puisqu'elle a un impact direct sur le confort intérieur de l'équipement. Elle a également un impact sur l'orientation, le choix

des matériaux et les systèmes bioclimatiques à utiliser. En outre, elle permet de concevoir un projet bien intégré dans son contexte suivant une réflexion climatique.

Dans ce sens, la ville de Rouïba bénéficie d'un climat méditerranéen caractérisé par un été chaud et un hiver froid humide. Donc d'une part, par une saison estivale sèche et chaude allant de mai à septembre avec une température moyenne de 25,7°C et d'autre part par une saison hivernale humide et froide allant de décembre à mars avec une température moyenne de 11,7°C. En revanche, le taux d'humidité est très élevé, il peut atteindre 94%. Quant à la pluviométrie, elle varie entre 600 et 700 mm par an. En ce qui concerne les vents, la ville est exposée à des vents de l'ouest et nord-est dominant en été, les vents du nord-ouest dominant en hiver et souffle en été en brise marine (Termeche, 2020 ; Rabiah, 2020 ; Fourar Laidi, 2019 ; Sellami, 2016 ; Baida, 2016).

Notre site d'intervention est bien ensoleillé du matin au soir en vue d'absence d'obstacles apparents (les reliefs, les zones boisées et l'inexistence d'autres bâtiments adjacents). L'absence d'obstacles lui permet une vue agréable vers les terrains agricoles ainsi qu'une vue dans les deux côtés nord et est vers l'office Algérien Interprofessionnel des Céréales et le complexe d'abattage de conservation de transformation et de conditionnement de produits ovins et bovins. Le bon ensoleillement offre à notre site d'intervention la ventilation et l'éclairage naturel tout en profitant des rayons de soleil tout le long de l'année. Par ailleurs, la série d'arbre qui se trouve dans les deux côtés est et ouest est considérée comme un écran végétal contre les vents sud-est dominant en été et les vents nord-ouest dominant en hiver (*cf.* fig. 54).



L'office Algérien Interprofessionnel des céréales
(Auteurs, 2022)



Un complexe d'abattage de conservation de transformation et de conditionnement de produits ovins et bovins
(Auteurs, 2022)



Terrains agricoles (sud)
(Auteurs, 2022)



Terrains agricoles (ouest)
(Auteurs, 2022)

Le terrain est bien accessible grâce aux diverses voiries qui peuvent servir le site et qui permettent d'accéder au site.

Le terrain est bien ensoleillé, depuis le matin jusqu'au soir, avec une exposition directe aux vents dominants vu l'absence de voisinage, le projet peut profiter le maximum de l'éclairage et de la ventilation naturelle.

Le terrain est plat, avec une forme régulière d'une superficie de 19600 m², donc l'implantation du projet sera facile avec une forme simple et géométrique



Figure 54 : le site entre le climat et l'environnement source: POS, 2016, traitée par auteurs.



La présence des terrains agricoles au sud et ouest crée un microclimat agréable et rafraîchit l'air sans oublier la vue panoramique.

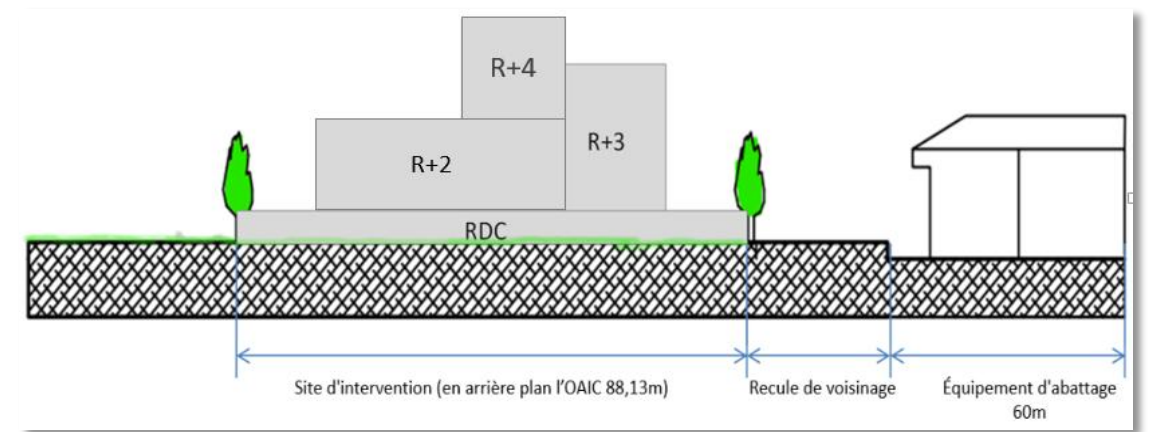


Figure 55: Coupe AA, échelle proportionnelle montre la pente du terrain avec l'environnement immédiat, source: Auteurs, 2022.



Le terrain d'intervention
(Auteurs, 2022)

Afin de répondre aux besoins de confort des occupants, optimiser l'utilisation de l'énergie et créer des espaces confortables sur le plan thermique et lumineux nous avons utilisé le diagramme de Givoni. Il permet de sélectionner les stratégies de conception appropriées, telles que l'orientation des bâtiments, les matériaux de construction, l'isolation, les systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation, ainsi que les systèmes d'éclairage naturel en fonction de la température extérieure et de l'ensoleillement. Il est divisé en plusieurs zones qui représentent les différents niveaux de confort thermique et lumineux. D'abord, la zone de confort thermique qui représente la température dans laquelle la plupart des personnes se sentent à l'aise sans nécessiter de chauffage ou de climatisation. Elle est généralement située entre 20°C et 26°C. Ensuite, la zone de confort thermique modéré qui représente une température plus large que la zone de confort thermique où une partie des occupants peut ressentir un léger inconfort thermique mais sans nécessiter de mesures spéciales de chauffage ou de climatisation. La zone d'inconfort thermique qui représente la température où la plupart des personnes ressentent un inconfort thermique où des mesures de chauffage ou de climatisation sont nécessaires pour avoir le niveau de confort adéquat (cf. fig. 56) (Ait Kaci, 2022).

La zone d'inconfort thermique extrême représente la température où l'inconfort thermique est très élevé où des mesures de chauffage et de climatisation importantes sont nécessaires pour avoir un certain niveau de confort. Enfin, la zone d'éclairage naturel qui représente les niveaux d'éclairage naturel souhaités dans un espace pour assurer un confort visuel adéquat. Les niveaux d'éclairage naturel peuvent varier en fonction des activités réalisées dans l'espace. (cf. fig. 56) (Ait Kaci, 2022).

Concernant les données climatiques de Rouïba-Alger obtenues auprès de la station météorologique de Dar El-Beida, présenté dans le tableau suivant :

	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JOUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
Tm max	17	21	20	22	25	29	32	33	30	27	21	18
HRm min	56	53	49	48	45	37	32	33	39	43	54	58
Tm min	06	06	08	10	13	16	19	20	18	14	10	07
HRm max	93	95	95	94	93	89	84	84	89	91	93	95

Tableau 04 : Les moyennes de température et d'humidité relative calculées avec les données de la station météorologique, **source:** Station météorologique de Dar El-Beida, 2023, traité par auteurs

L'année est formée de trois périodes principales. La période de janvier, février, novembre et décembre, sont situés dans la zone AS, GI, là où on peut assurer le confort par un captage naturelle ou passif des rayons solaires. Cela par une meilleure orientation de la façade (parties verticaux) et la gestion des surfaces vitrées. Les mois d'avril, mai, juin et septembre sont relativement modéré. Le confort est obtenu naturellement pendant la nuit avec une ventilation naturelle. Les mois de juillet et août, situés dans la zone V, IVN. Il faut prévoir une forte inertie thermique principalement dans les parties horizontales de la conception et penser à une ventilation naturelle. La réinterprétation de ce diagramme nous a permis de définir les stratégies et les dispositifs bioclimatiques à utiliser pour optimiser les énergies et assurer un confort thermique de qualité. En hiver, la stratégie de chaud par l'utilisation des surfaces vitrées orientées vers le sud. Puis, stocker cette énergie en utilisant des matériaux à forte inertie thermique avec l'isolation thermique. En été, il s'agit de répondre à la stratégie du froid par la protection solaire (Les brises solaires, la végétation, la ventilation naturelle). Enfin, l'analyse du site nous a permis de déterminer les carences et les atouts du site. Les atouts citant à titre d'exemple la bonne accessibilité vers le site et sa situation stratégique, les carences comme l'humidité très élevée qui est un élément phare. Ces derniers seront pris en compte lors de la conception de notre projet (cf. Tableau. 5). Elle nous permet aussi d'avoir une bonne implantation du projet par rapport à son environnement immédiat, une continuité fonctionnelle avec son entourage, l'adoption de solutions constructives et architecturales pour avoir une conception bioclimatique. La répartition du diagramme de Givoni nous amène, durant la saison estivale, à protéger le projet des apports solaires pour apporter la fraîcheur et améliorer la qualité de l'air. On doit aussi assurer une bonne ventilation naturelle à l'intérieur de notre équipement en garantissant une meilleure circulation de l'air. Durant la saison hivernale, on doit lutter contre le froid on exploitant des surfaces vitrées orientées vers le sud pour capter l'énergie solaire puis la stocker en utilisant des matériaux à forte inertie thermique.

Les atouts	Les carences
<ul style="list-style-type: none"> - La situation stratégique du projet. - Une bonne accessibilité à l'échelle de la ville et du site. - La morphologie géométrique régulière. - Le site est bien ensoleillé depuis le matin jusqu'au soir. - La présence de différentes installations urbaines telles que la gare ferroviaire et l'arrêt de bus. - Les terrains agricoles au sud et à l'ouest créent un microclimat agréable et rafraîchir l'air. Ils donnent aussi un paysage panoramique. 	<ul style="list-style-type: none"> - L'humidité très élevée. - Le bruit causé par la route principale et le chemin de wilaya 121 aussi par les équipements voisins (activités industrielles)

Tableau 05: Les carences et les atouts du site et son climat, **source:** Auteurs, 2023.

CHAPITRE 03 : PROGRAMMATION ET CONCEPTION ARCHITECTURALE

Dans ce chapitre on va effectuer dans un premier temps une démarche encadrée par un instrument d'analyse et de contrôle nommé le programme ou notament la programmation architecturale¹⁰. L'objectif est de concevoir notre projet en matière qualitative et notament quantitative.¹¹ Cela en intégrant les diverses synthèses de la recherche thématique, les analyses d'exemples et l'analyse du site. Dans ce chapitre il s'agit de savoir : Qu'est-ce qu'on doit avoir dans un centre de développement et de préservation des céréales ? Comment répondre aux exigences climatiques de Rouiba?. Par la suite, il s'agit d'élucider les différentes phases de la conception architecturale de notre projet. Cela en prenant en considération tous les éléments liés à l'environnement, au contexte et au climat pour avoir une meilleure intégration du projet. On développera tout d'abord l'idée principale de notre réflexion architecturale, les concepts de base mobilisés, la genèse du projet, sa description, les diapositifs bioclimatiques adoptés, le système structurel et constructif, enfin le dossier graphique de notre projet (les plans des différents étages, les façades, les coupes avec la composition volumétrique 3D).

I — LE PROGRAMME QUANTITATIF

Notre projet a une vocation économique, agricole et sensé répondre aux différents besoins nationaux (économiques, agricoles, sociales, politiques, scientifiques etc.) liés à un enjeu majeur. De ce fait, le projet peut accueillir entre 180 et 200 personnes, avec une échelle de rayonnement nationale. Les usagers et les utilisateurs sont confinés entre le personnel qui travaille dans le projet et le public qui vient le visiter pour plusieurs raisons. Le public concerne les stagiaires qui viennent pour faire des formations, les transporteurs des céréales, les visiteurs qui viennent des centres régionaux de stockage des céréales, les personnes qui sont liées au domaine agricole et à la recherche céréalière qui viennent assister aux conférences et expositions. Le personnel est formé de chercheurs, administrateurs, et ouvriers.

¹⁰ Toute conception architecturale est précédée d'un outil de contrôle et de contractualisation appelé programme qui sert à déterminer les exigences quantitatives et qualitatives du projet alors pour établir le programme de l'équipement il est nécessaire de faire des études spécifiques , des études préalables aux études architecturales ce qu'on appelle la programmation architecturale. La programmation architecturale se définit comme « L'acte de construire un équipement, d'aménager un espace public, de réhabiliter un bâtiment...Cerner les attentes d'un maître d'ouvrage, d'un usager, évaluer des surfaces, définir le niveau de qualité du projet, envisager sa gestion, estimer des coûts d'opération... tels sont les objectifs de la démarche qui vise à maîtriser le projet depuis «l'intention de faire» jusqu'à sa réalisation et au delà» (C.A.U.E de la seine maritime,2008,p3). Cette démarche est garantie par un programmiste dont son role est de déterminer l'organisation fonctionnelle du projet.

¹¹ H.Ch. Barnèdes définit cette phase en disant « Programmer, c'est qualifier plutôt que quantifier» (Didier, 2018).

Notre centre de développement et de préservation des céréales regroupe trois entités principales. L'entité de développement, l'entité de préservation, l'entité de direction générale ainsi que les espaces annexes. L'entité de développement à travers la recherche qui donne à notre équipement sa particularité par rapport aux autres centres régionaux de stockage des céréales où leur fonction est limitée seulement à la conservation. L'entité de la direction générale qui joue un rôle essentiel dans la gestion global du projet. Elle assure la vision, la coordination, la prise de décision stratégique et la supervision nécessaire pour mener à bien l'équipement. En outre, en préservant les céréales de manière appropriée à travers l'entité de préservation, on va garantir la disponibilité de denrées alimentaires de qualité et on va contribuer à la sécurité alimentaire à long terme.

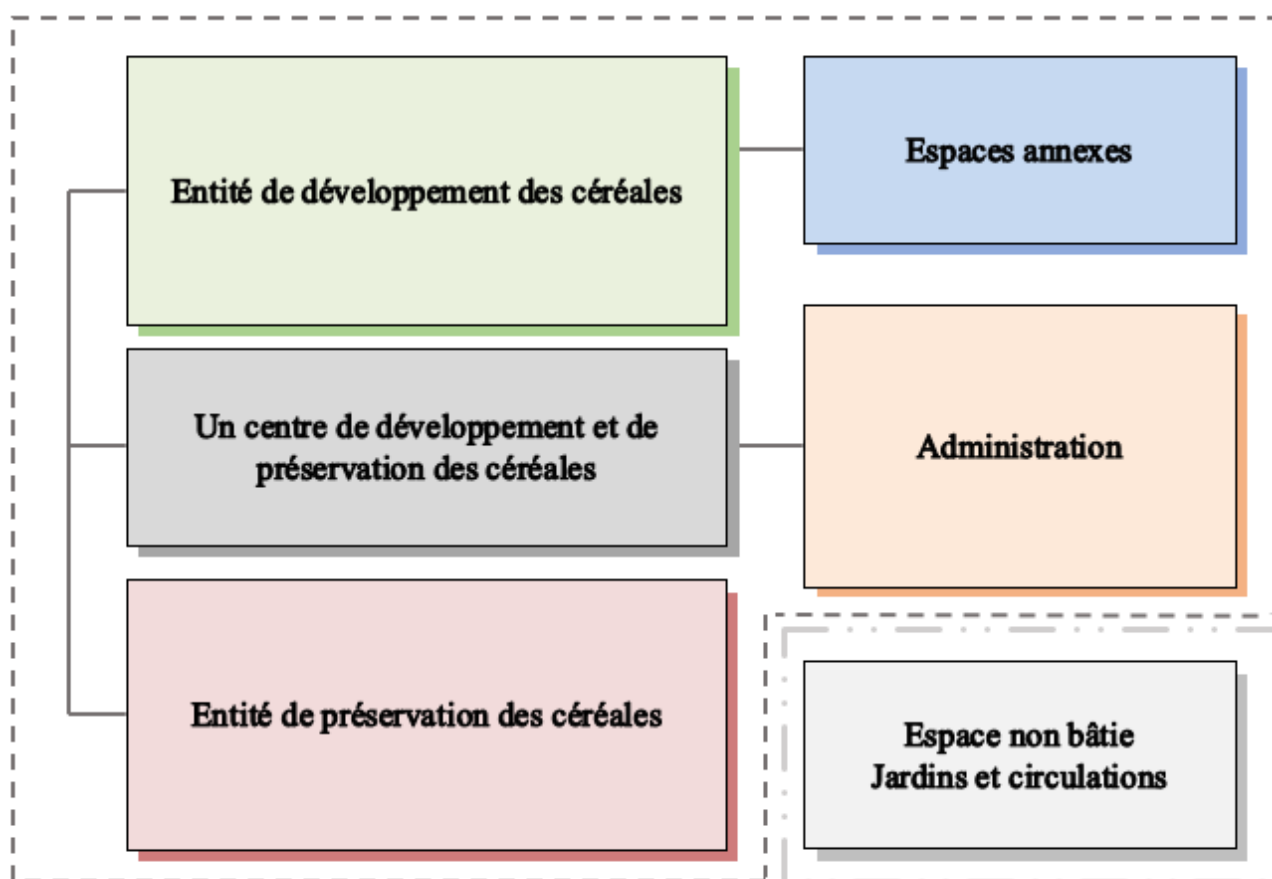


Figure 57: Organigramme fonctionnel de l'équipement, **source :** Auteurs, 2023.

Chaque entité dispose d'espaces nécessaires pour fonctionner convenablement. L'entité de préservation des céréales occupe 17,81% de la surface totale du terrain. Pour assurer la bonne conservation des céréales et la gestion de cette entité, on a prévu un bureau de directeur, secrétariat, un comptable, un gestionnaire des silos,¹² une salle de réunion, un espace pour accueil et réception

¹² Il s'occupe de la gestion de l'ensemble des silos suivant les coordinations et exécutions des instructions données par l'Office Algérien Interprofessionnel Des Céréales

des visiteurs, une salle de repos, une salle de stockage des outils, un magasin pour le soudage et réparation du matériel, un pont-basculé à camion pour le pesage à l'entrée et à la sortie, une salle de pesage et de contrôle de la qualité des céréales,¹³ une fosse de réception pour vider la marchandise, une tour de manutention où les grains sont nettoyés des impuretés, et puis les cellules de stockage (3 silos par 2 rangés)¹⁴. L'entité développement occupe 25,56% de la surface du projet. On prévoit un bureau du directeur, le secrétariat, un bureau de comptabilité, un bureau de gestion, un bureau de gestionnaire des labos. Concernant la fonction recherche, on trouve les laboratoires de recherche et d'analyse, un laboratoire de recherche sur les technologies et les cultures, un laboratoire d'analyse des céréales, des vestiaires, des bureaux, un poste de travail individuel pour les chercheurs, une salle de repos, une salle de formation polyvalente, une bibliothèque interne, une salle de réunion chercheurs. L'entité de direction générale occupe 7,71% de la surface totale. On trouve le bureau du directeur générale, le bureau du directeur adjoint, le secrétariat, un bureau de gestion et de communication, un bureau de comptabilité, une salle de conférence (qui peut accueillir 100 personnes), une salle de séminaire, une salle polyvalente, une salle d'exposition et de détente. Enfin, les espaces annexes citant les espaces de consommation, une cafétéria, une bache à eau pour la récupération des eaux pluviales, salle de tri des déchets, un parking (pour 80 véhicules), un poste de garde, un groupe électrogène, un poste de transformation électrique, un local de nettoyage et d'entretien (cf. Tableau. 6).

Les entités principales	Les différents espaces	Surface spécifique	Surface totale
Préservation	- Accueil et réception.	- 20 m ²	3136 m² = 17.81%
	- Bureau du sous-directeur.	40 m ²	
	- Secrétariat.	24 m ²	
	- Bureau du chef comptable.	- 24 m ²	
	- Bureau de comptable.	- 18 m ²	
	- Bureau du chef gestion.	- 24 m ²	
	- Bureau de gestion.	- 18 m ²	
	- Bureau de gestionnaire des silos.	- 18 m ²	
	- Salle de pièces.	- 18 m ²	
	- Magasin.	- 72 m ²	
	- Salle d'archive.	- 40 m ² .	
	- Salle de réunion.	- 84 m ²	
	- Salle de préparation du thé.	- 24 m ²	
	- Salle de repos.	- 20 m ²	
- Pont bascule à camion.	- 48 m ²		

¹³ Dans cet espace, un prélevant d'un échantillon est obligatoire. Cela pour l'analyser et s'assurer de la qualité des céréales avant la phase de conservation

¹⁴ Chaque silo a une capacité de stockage de 197, 82 tonnes (calculé par les auteures).

	<ul style="list-style-type: none"> - Salle de pesage et de contrôle de qualité des céréales. - Tour de manutention. - Les cellules de stockage. - Fosse de réception. - Pont bascule à camion. - Sanitaires. - Hall, couloir, etc. - Voies de circulation des camions. 	<ul style="list-style-type: none"> - 42 m² - 200 m² - 228 m² - 25 m² - 48 m² - 24 m² - 100 m² - 2000 m² 	
Développement	<ul style="list-style-type: none"> - Accueil et réception. - Bureau du sous-directeur. - Secrétariat. - Bureau du chef comptable. - Bureau de comptable. - Bureau du chef gestion. - Bureau de gestion. - Bureau de gestionnaire des labos. - Laboratoire de recherche sur les cultures. - Laboratoire de recherche sur les technologies. - Laboratoire d'analyse des céréales. - Bureaux mixte avec poste de travail individuel pour les chercheurs. - Salle de préparation. - Salle de formation polyvalente. - Bibliothèque. - Salle de lecture. - Salle de réunion. - Salle d'archive - Salle de préparation du thé - Ferme écologique. - Vestiaire. - Sanitaires. - Halle, couloir, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - 20 m² - 40 m² - 24 m² - 24 m² - 18 m² - 24 m² - 18 m² - 18 m² - 70 m² - 70 m² - 70 m² - 202 m² - 50 m² - 100 m² - 900 m² - 300 m² - 90 m² - 100 m² - 100 m² - 40 m² - 2000 m² - 24m² - 24 m² - 200 m² 	<p>4549 m² = 25.86%</p>
Direction générale	<ul style="list-style-type: none"> - Hall d'entrée. - Accueil et réception. - Bureau de directeur générale. - Bureau du directeur adjoint. - Secrétariat. - Bureau de gestion. - Bureau de comptabilité. - Salle de conférence. - Salle de séminaire. 	<ul style="list-style-type: none"> - 10 m² - 40 m² - 60 m² - 40 m² - 30 m² - 40 m² - 40 m² - 300 m² - 100 m² 	<p>1358 m² = 7.71 %</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - Salle polyvalente. - Salle d'exposition. - Sanitaires. - Sanitaires personne à mobilité réduite. - Hall, couloirs, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - 100 m² - 300 m² - 48m² - 10 m² - 200 m² 	
Espaces Annexes	<ul style="list-style-type: none"> - Espace de consommation. - Cafétéria. - Locaux Techniques. - Poste de transformation électrique. - Bâche à eau. - Poste de garde. - Local du groupe électrogène. - Parking. - Local de service Nettoyage et entretien. - Tri des déchets. 	<ul style="list-style-type: none"> - 100 m² - 40 m² - 30 m² - 30 m² - 15 m² - 9 m² - 15 m² - 1325 m² - 12 m² - 12 m² 	<p>1323 m² = 7.51 %</p>
Surface total du bâti : 10366 m² (surface habitable, répartie en 03 étages)			

Tableau 06: Tableau surfacique du projet, **source:** Neufert, 2014.

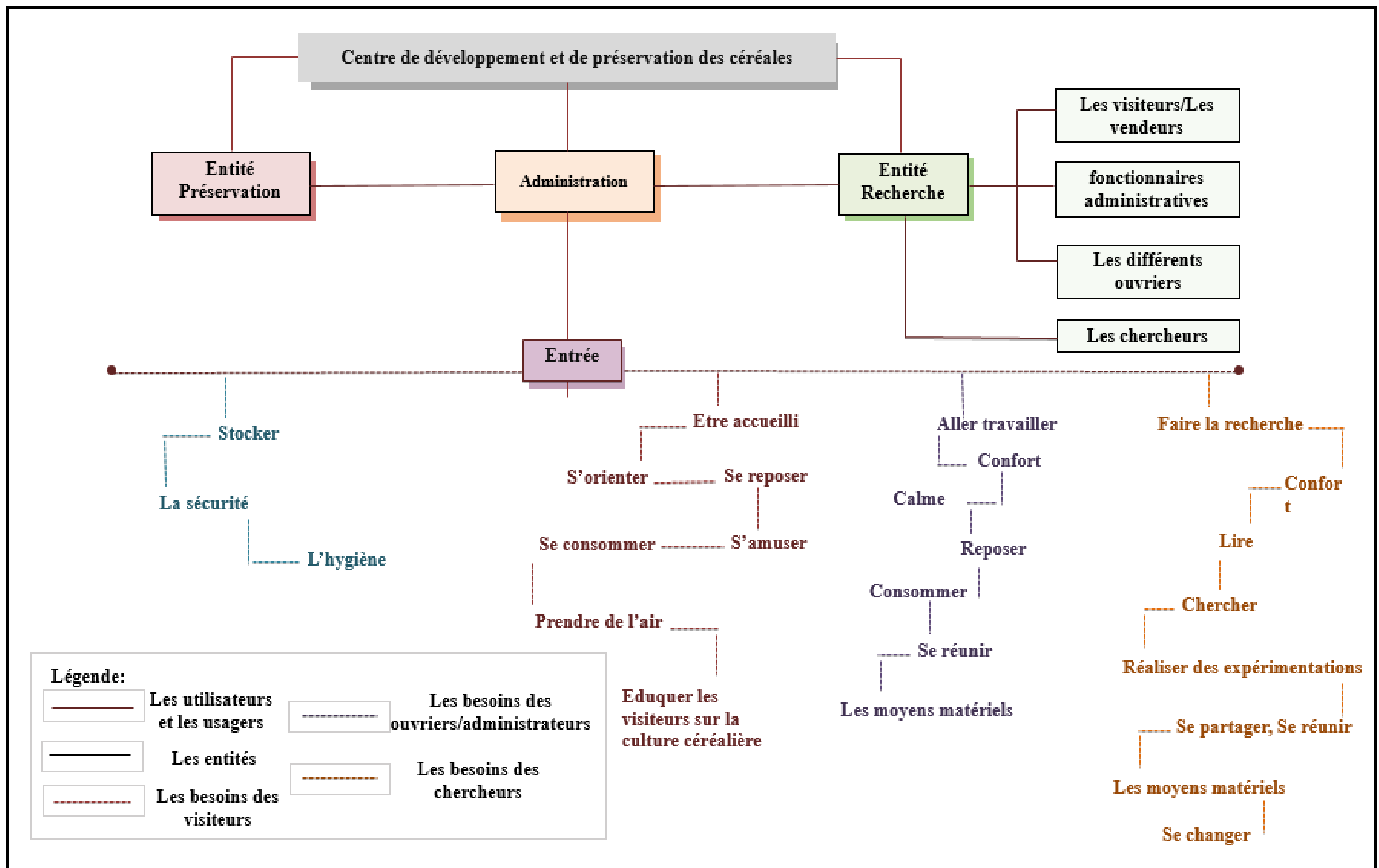


Figure 58: Organigramme des usagers et des utilisateurs avec leurs besoins, source : Auteurs, 2023.

II — LE PROGRAMME QUALITATIF

Pour le bon fonctionnement du projet, on doit respecter un dispatching des critères endogènes et cela par la gestion des espaces intérieurs et les différents espaces spécifiques suivant une logique fonctionnelle. La répartition des espaces se fait suivant une hiérarchisation des activités par rapport aux exigences d'intimité, du confort et de sécurité. Suivant une méthode logique d'un programme qualitatif et des critères exogènes selon deux fonctions. D'abord, les fonctions de l'environnement qui sont comme suit : le confort sonore dans les espaces de travail, de recherche et de formation. Pour y parvenir, on doit isoler les murs par des matériaux qui possèdent une très bonne isolation phonique et acoustique (Ridphonic, 2023). Le bon traitement de la façade architecturale par l'équilibre entre le plein et le vide, la quantité de transformation de la lumière naturelle à travers les baies. Ensuite, le bilan thermique de l'équipement impose la prise en considération de l'orientation de l'équipement, les matériaux utilisés, la conception elle-même, et le bilan énergétique, particulièrement dans le circuit de la préservation de la matière destiné au stockage.

Le produit céréalier après un traitement chimique phytosanitaire et biologique contre les insectes, demande encore des conditions spéciales pour sa préservation. Alors, on doit tenir compte des normes de stockage et de conservation des céréales pour garantir l'état et la bonne qualité de la matière stockée. Ce dernier est garanti par une série de mesures. Par la mise en marche du ventilateur au remplissage pour évacuer les poussières, une ventilation de la matière stockée pendant la période de stockage, le maintien d'une température de l'air inférieur à 7/10 C°. La ventilation est le meilleur moyen pour refroidir les céréales stockées et conserver leur qualité sanitaire et technologique (Arvalis, 2023). On prévoit donc l'utilisation des panneaux photovoltaïque surtout que le site est bien ensoleillé.

Par ailleurs, Rouïba est une zone humide, ce qui est une contrainte avec la fonction de préservation dans le projet. Dans ce cas on doit assurer la protection des silos de stockage contre l'humidité, la chaleur excessive, la pluie, etc. et cela par l'injection d'un hydrofuge de masse est le traitement d'assèchement le plus recommandé. Cette technique de traitement de l'humidité est utilisée pour créer une barrière contre les remontées d'eau par capillarité dans les murs, avec un traitement spécifique pour le sol et l'étanchéité des toitures et des éléments de la structure exposés aux éléments naturels (vents, eaux pluviales, soleil d'été, neige, etc.). En outre, l'utilisation des matériaux de construction étanches à l'eau comme le béton avec une bonne isolation va réduire les risques d'infiltration d'eau. Par l'effectuation aussi d'un entretien régulier en inspectant régulièrement les silos pour vérifier s'il y a des fuites ou des dommages qui pourraient entraîner l'entrée d'humidité (Matouk, 2019).

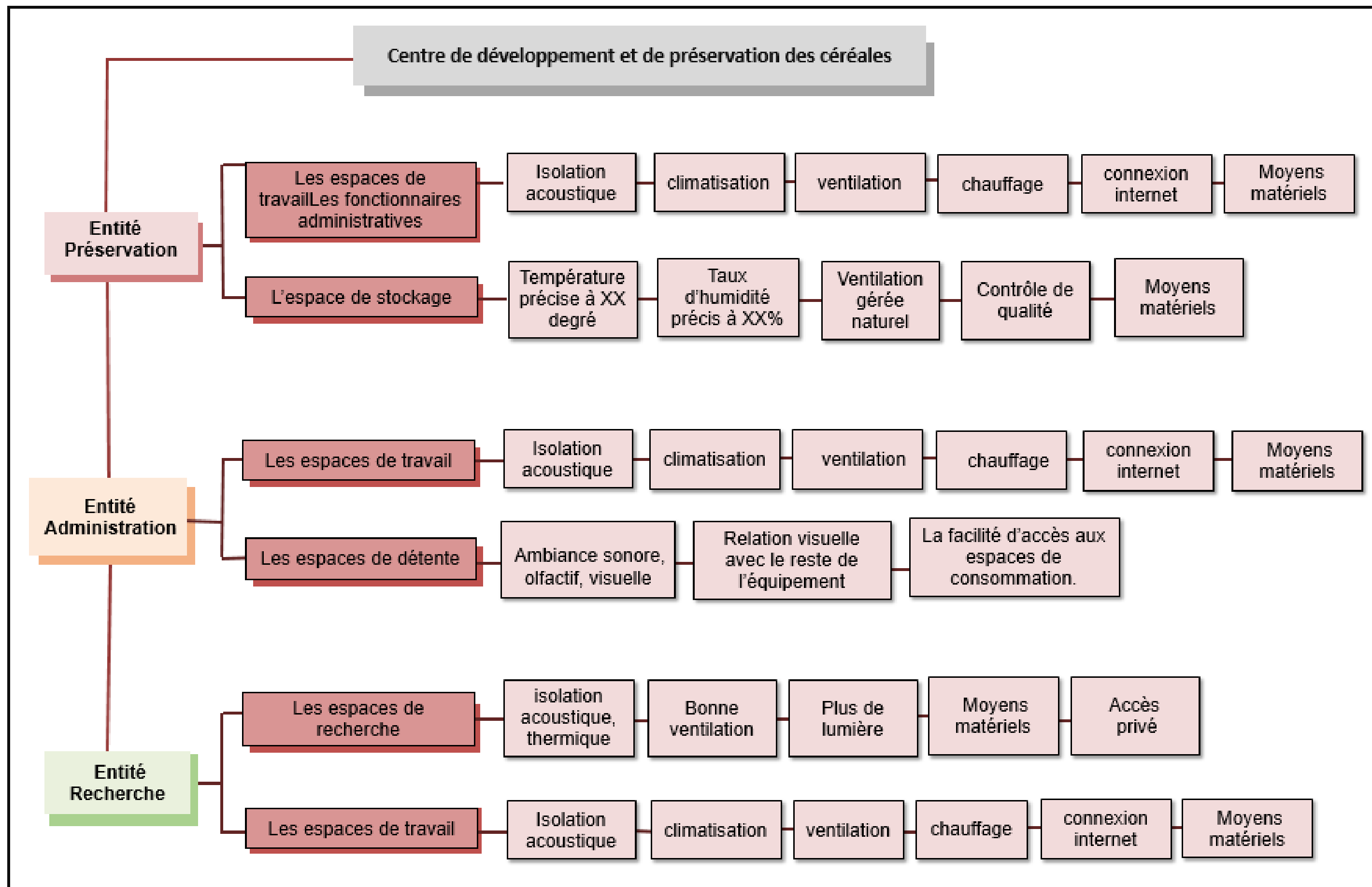


Figure 59: Organigramme des fonctions et des activités avec leurs exigences, source : Auteurs, 2023.

III — IDÉE DU PROJET

L'idée initiale est de concevoir un centre de développement et de préservation des céréales qui se consacre à la recherche, au développement et à la préservation des différents espèces. Le but est de promouvoir la durabilité de la production céréalière et assurer la sécurité alimentaire nationale. Cela en intégrant les principes passives et actives de l'architecture bioclimatique. Ainsi, nous avons commencé par rassembler tout les éléments tirés des chapitres précédents et qui servent comme base de réflexion. Les premiers éléments que nous avons pris en considération sont le programme et ses exigences fonctionnelles, l'implantation, l'orientation ainsi que l'ensoleillement. A partir de ce constat, on a conçu selon deux axes principales. Le premier c'est l'axe bioclimatique nord-sud et le deuxième c'est l'axe fonctionnel est-ouest.

L'axe bioclimatique nord-sud consiste à orienter les espaces en fonction des caractéristiques climatiques du lieu où ils sont construits, en particulier l'ensoleillement et les vents dominants. L'implantation selon l'axe bioclimatique permet de profiter au maximum de l'ensoleillement, en orientant les espaces qui nécessitent plus de lumière vers le sud pour bénéficier d'un ensoleillement optimal en hiver, lorsque le soleil est bas sur l'horizon. En revanche, les espaces orientés au nord seront moins exposés aux rayons directs du soleil et donc moins chauffés. Elle permet de maximiser les apports solaires en hiver tout en minimisant les surchauffes en été et en réduisant les pertes de chaleur et les infiltrations d'air froid pour un confort thermique optimal tout au long de l'année. Ensuite, nous avons l'axe fonctionnel est-ouest qui consiste à organiser les espaces suivant leur fonctionnalité. C'est-à-dire, en fonction de leurs usages: des espaces qui reçoivent le public, ou des espaces qui abritent des activités privées, ou même les espaces communs qui combinent les deux.

IV — CONCEPTS DE BASE

Le premier concept mis en œuvre est la simplicité. Vue la nature de notre équipement, où la fonction prime. Il s'agit de créer des espaces délibérément épurés en utilisant des formes géométriques simples (rectangulaires) pour répondre aux besoins des utilisateurs de manière simple et efficace. Cela implique une disposition rationnelle des espaces, une circulation fluide et une utilisation optimale de la lumière et la ventilation naturelle. De plus, l'utilisation d'une forme compacte nous permet l'utilisation des matériaux naturels et durables et nous offre une efficacité énergétique durable pour notre projet. Le concept de visibilité a été mis en place par la création d'une connexion visuelle entre

le projet et l'espace extérieur ce qui permet aux visiteurs de la ville de Rouiba en passant par le site d'admirer le projet, et cela à travers une ferme écologique verticale. L'utilisation d'une façade transparente pour la ferme permet aux passagers d'observer ce qui se passe à l'intérieur, cela offre une vue panoramique. Elle permet aussi la pénétration de la lumière naturelle à l'intérieur ce qui crée un environnement intérieur plus lumineux, réduit la dépendance à l'éclairage artificiel pendant la journée et offre une sensation d'ouverture et de connectivité avec l'extérieur . Le concept de régularité apparaît dans la forme géométrique simple, l'application cohérente de proportions et de motifs pour créer une esthétique harmonieuse et ordonnée. L'utilisation de motifs géométriques récurrents sur la façade tels que des fenêtres verticales qui sont régulièrement espacées et avec les mêmes proportions. L'objectif est de créer une sensation d'ordre, de cohérence et de stabilité. De plus, le fonctionnement dans notre équipement est prioritaire. Pour cela, l'utilisation de la régularité dans la disposition des espaces intérieurs va nous faciliter la fonctionnalité et l'efficacité, tout en utilisant une grille régulière qui va aider à la création des espaces modulaires et flexibles.

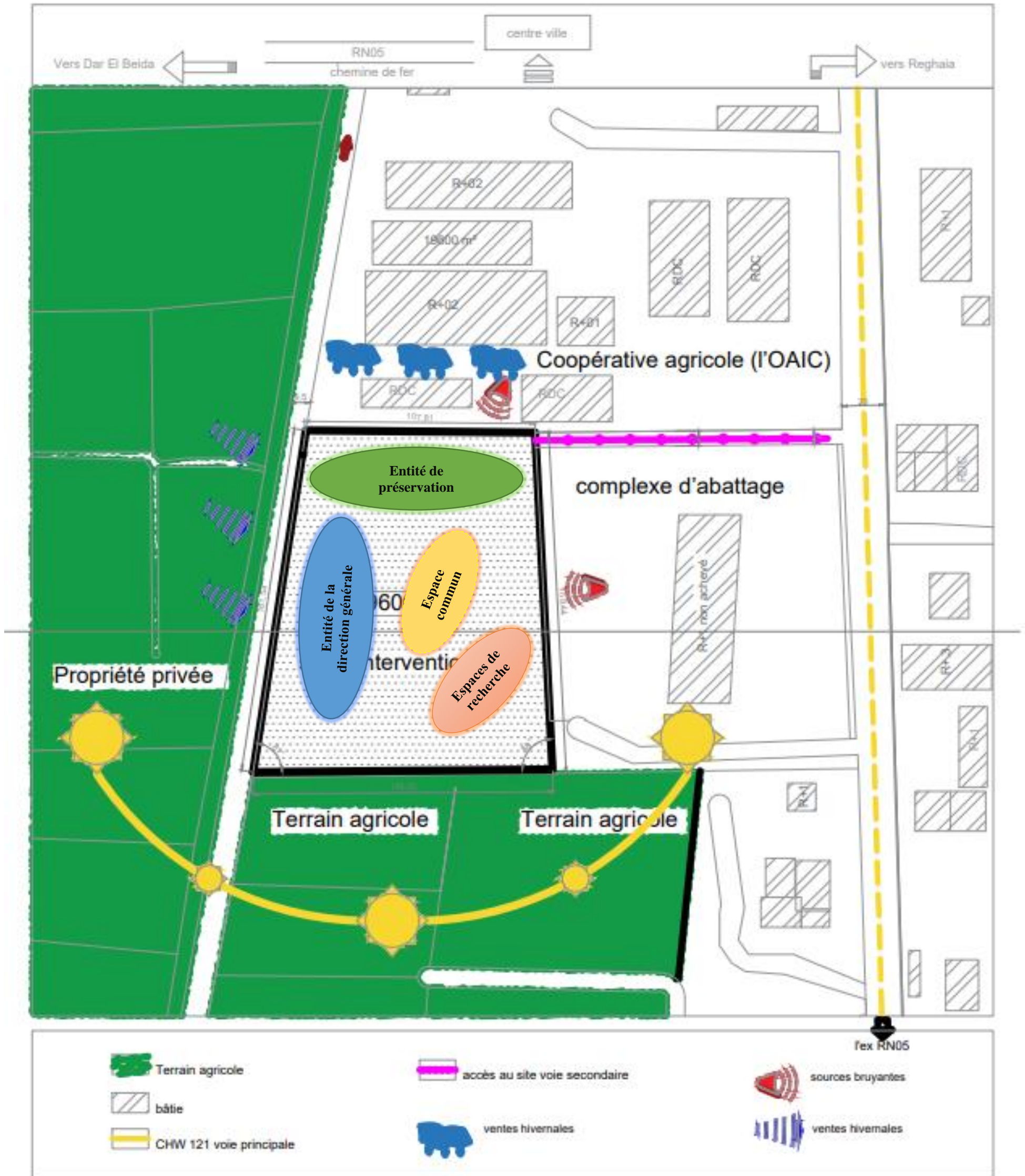


Figure 60 : Schéma conclusif qui résume la répartition des fonctions fondamentales de l'équipement suivant des critères qui sont reliés avec les données du site et de son environnement immédiat, les données climatiques ainsi que les exigences d'intimité et de confort, **source:** Auteurs, 2023.

V — GÉNESE DE PROJET

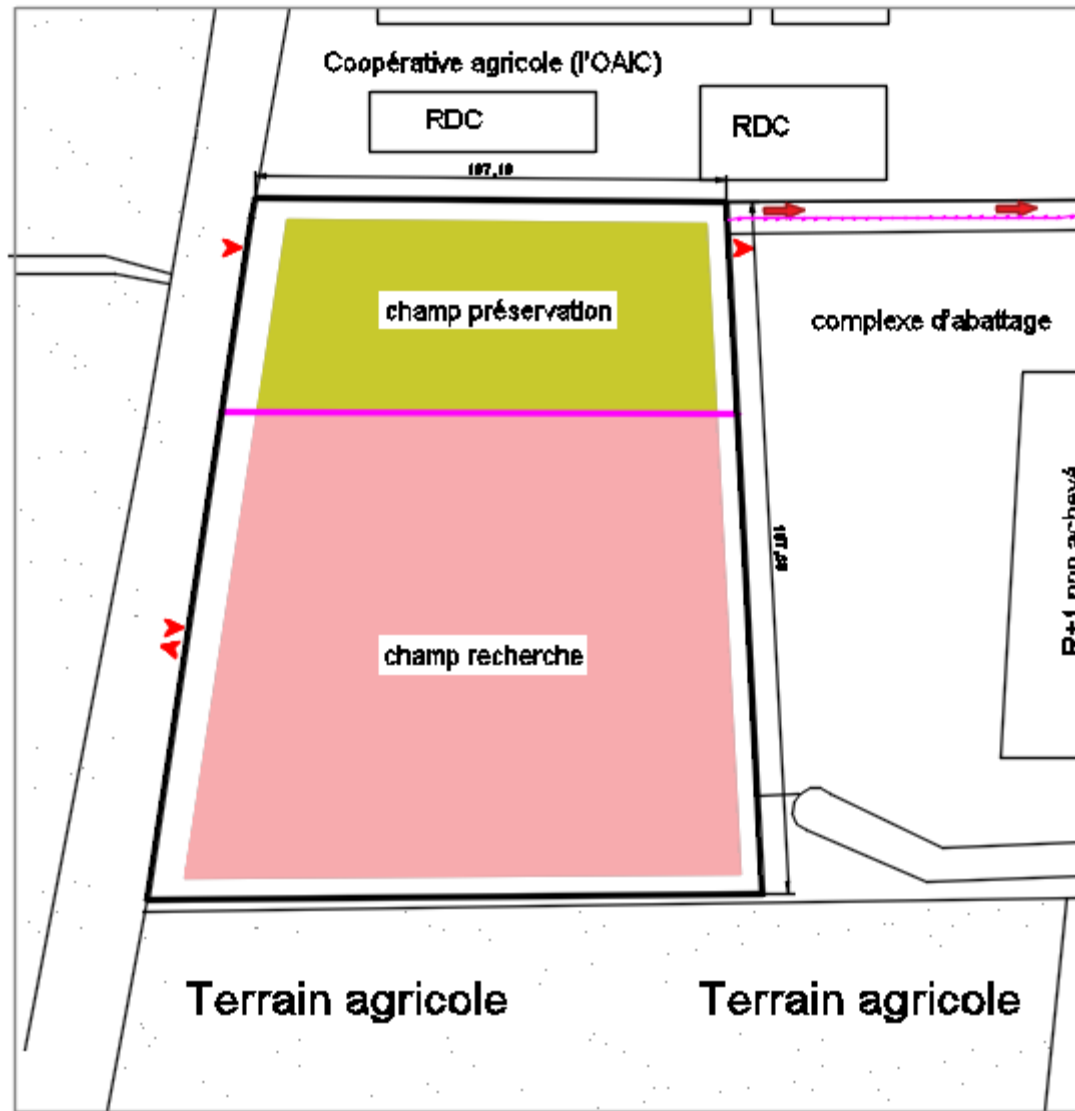
Après avoir analysé les divers aspects du site et du thème, nous sommes revenus à la conclusion que l'adoption d'une forme compacte est la meilleure approche pour la conception de ce type d'équipement. Il est important de rappeler que sur le plan environnemental, une forme compacte réduit la surface externe de la construction par rapport à son volume intérieur. Cela limite les pertes thermiques et facilite la gestion du climat intérieur, ce qui peut se traduire par une meilleure efficacité énergétique et des économies sur les coûts de chauffage, de climatisation et d'éclairage, tout en intégrant une utilisation efficace de l'espace. En outre, avant de commencer l'implantation de notre projet il y'a des réglementations à suivre et à respecter. La première consiste à faire un recul sur le côté qui fait face à une voie double flux pour des raisons de sécurité, et un autre sur les trois côtés qui restent pour céder le passage au service de la protection civile. La deuxième limite la hauteur de la construction à 16 m c'est-à-dire le gabarit ne doit pas dépasser le R+3 vu qu'il s'agit d'une construction sur un terrain à vocation agricole.

L'accessibilité vers le site était choisie sur la nouvelle voie projetée qui est reliée à l'A11 et qui possède un flux important de manière à ce qu'il soit facilement accessible pour tous et afin de le présenter plus. L'accès de la marchandise est prévu aussi sur la même voie afin d'avoir un accès rapide et direct des camions. En revanche, la sortie des camions est placée sur le côté qui donne vers le chemin de wilaya 121 qui est relié à son tour par la RN5 et l'A11. D'une part, suivant une succession des activités de stockage et d'autre part pour éviter l'encombrement. De ce fait nous avons entamé la structuration de notre équipement à travers un schéma qui résume l'emplacement des différentes entités de projet selon leurs exigences fonctionnelles et les activités qu'elles occupent (*cf.* fig. 60), et suivant les deux axes structurants nord-sud et est-ouest.

Nous avons commencé par tracer les deux axes structurants. L'intersection de ces deux derniers est matérialisée par un élément central qui est l'atrium. Par la suite, nous avons dessiné une grille régulière suivant le concept de régularité pour créer des espaces modulaires et flexibles. Une implantation nord est prévue suivant l'axe fonctionnel pour l'entité de préservation. Cette implantation était choisie selon plusieurs critères: par le respect de la succession des activités de stockage des céréales qui sont liées l'une à l'autre, suivant les conditions de leurs stockage et pour aussi créer une continuité visuelle et fonctionnelle avec l'environnement immédiat (avec l'office Algérien interprofessionnel des céréales). Ensuite, une implantation selon l'axe bioclimatique est intégrée suivant les besoins des espaces en lumière à partir de ceux qui nécessitent un ensoleillement moyen vers une

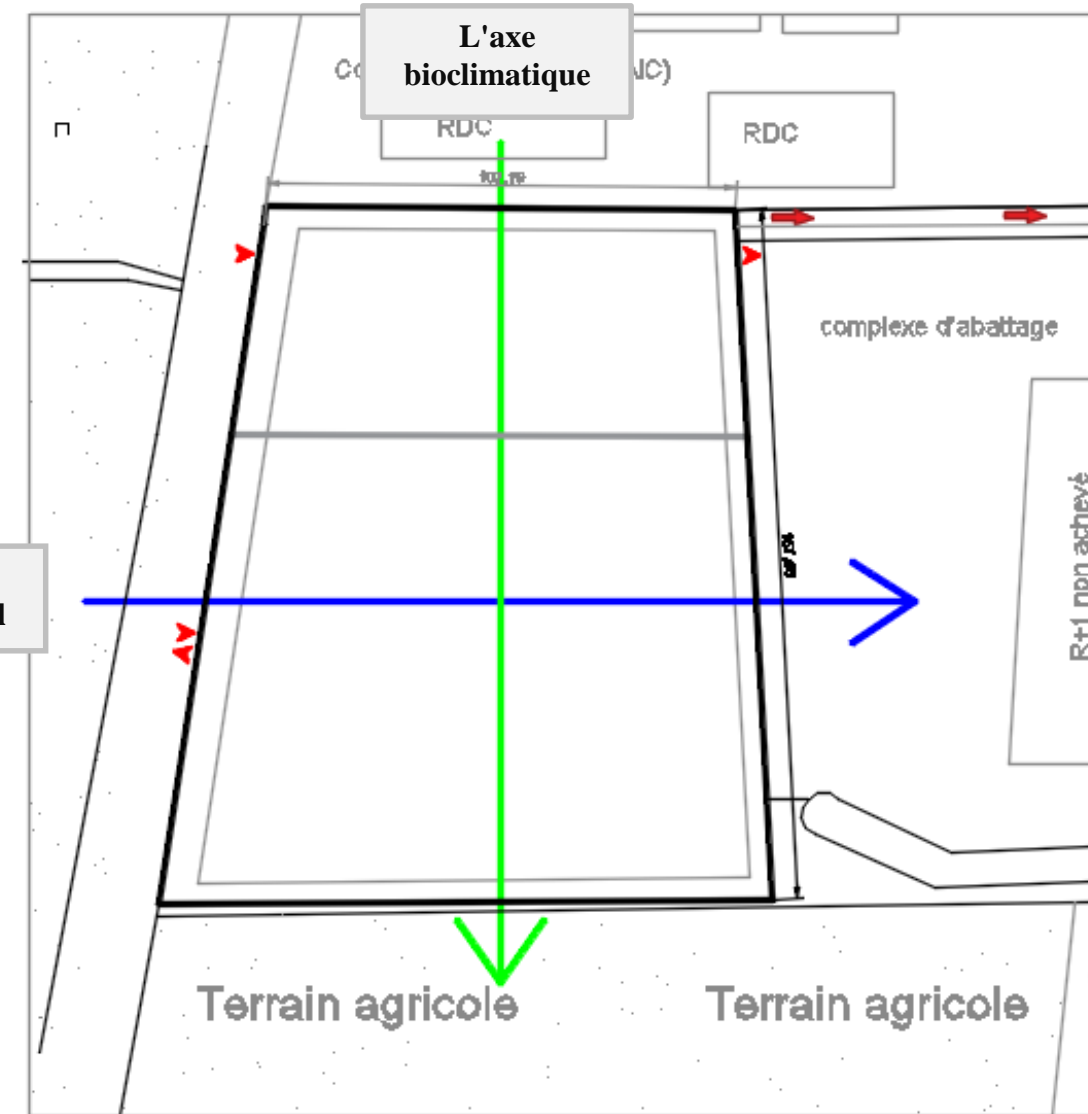
ferme écologique verticale qui nécessite une quantité importante de lumière orienté en plein sud, c'est sa orientation idéale. Enfin, nous avons fait une implantation à partir des espaces qui reçoivent le public vers les espaces privés. Pour l'entité de la direction générale avec les espaces ouverts au public seront implanté au niveau de l'entrée le long de la nouvelle voie projetée (façade principale). En revanche, l'entité de recherche, et selon ses exigences de confort et d'intimité, sera implanté sur la partie la plus calme du notre site. En outre, suivant le concept de visibilité, une ferme écologique verticale orientée en plein sud vient renforcé notre projet. La connexion entre les différentes entités est renforcée par un espace central, l'atrium. Ce dernier exploite les ressources naturelles telles que la lumière du soleil et la ventilation naturelle pour créer un espace intérieur confortable, économe en énergie et respectueux à l'environnement. On va l'utiliser aussi pour la collecte des eaux de pluie, la plantation de végétation intérieure qui visent à améliorer la qualité de l'air et à créer un environnement intérieur sain.

La volumétrie de projet se réfère à une conception qui utilise des formes et des volumes de base, sans complexité excessive dans leur composition. Cela se traduit par une forme simple compacte qui se développe suivant quatre volumes rectangulaires organisé autour d'un élément central qui est l'atrium. Un jeu de gabarit est prévu afin d'alléger la volumétrie. La forme compacte permet une utilisation efficace des matériaux durables et écologiques mais aussi une utilisation optimale de l'espace à travers la disposition claire des pièces et la minimisation des zones perdues. Plus l'équipement est compacte plus il est économe en énergie puisqu'il réduit les pertes de chaleur par les parois extérieurs. Elle permet aussi d'optimiser les circulations internes. Les escaliers et les couloirs doivent être placés de manière stratégique pour minimiser les déplacements inutiles et créer des trajets fluides.



Etape 01:

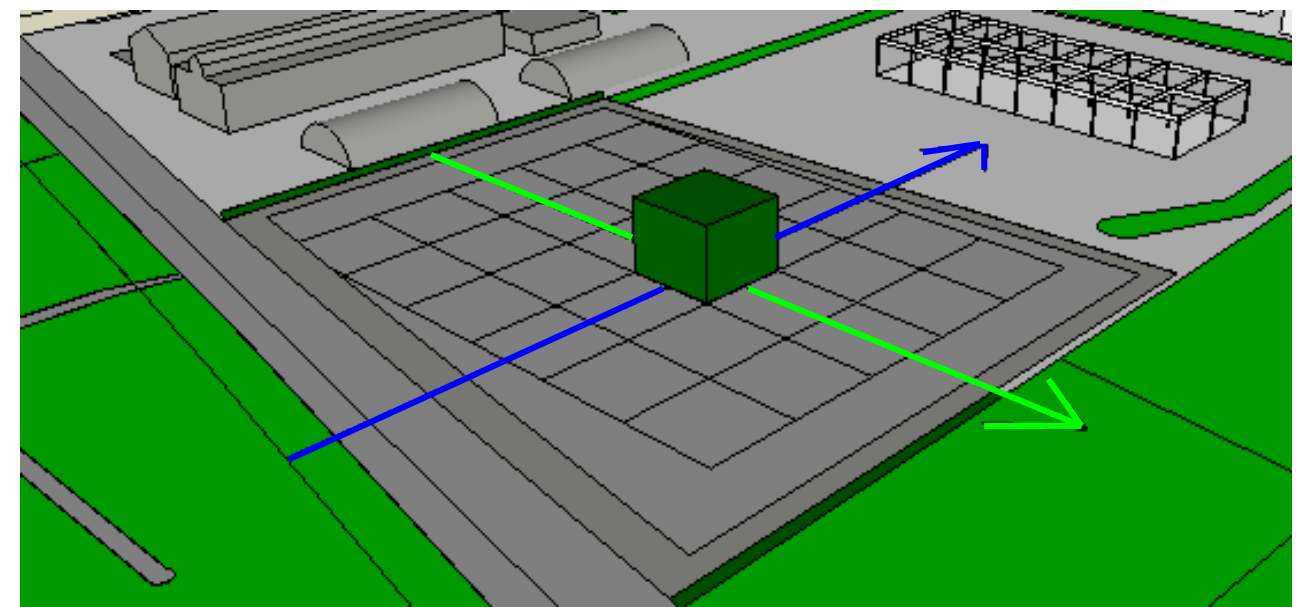
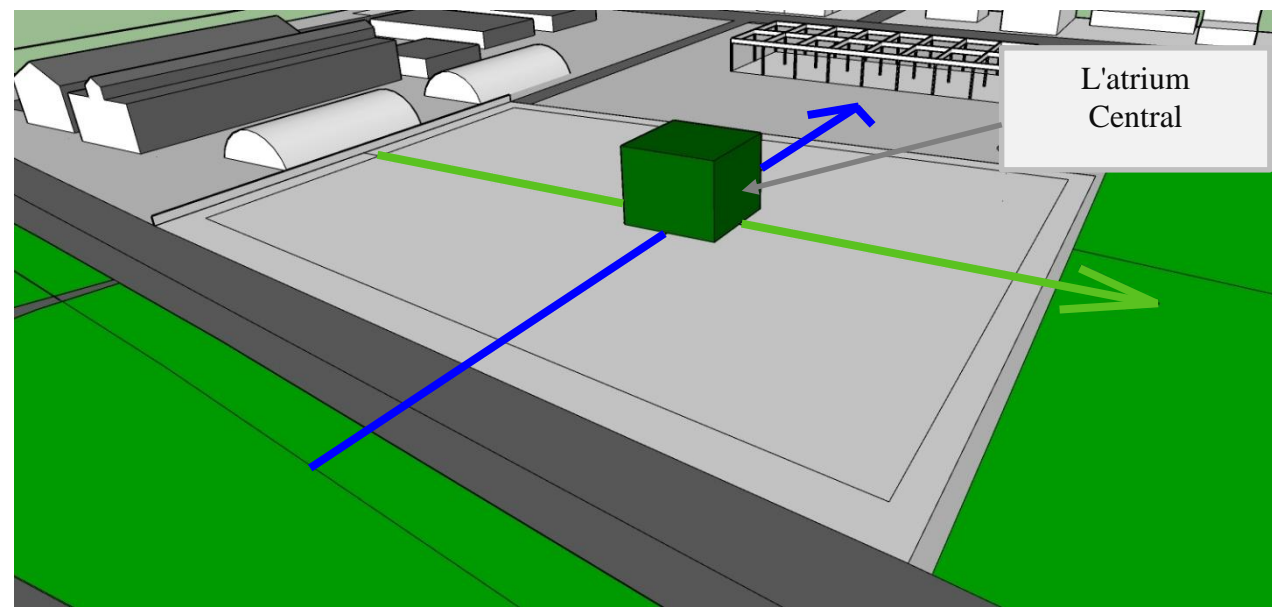
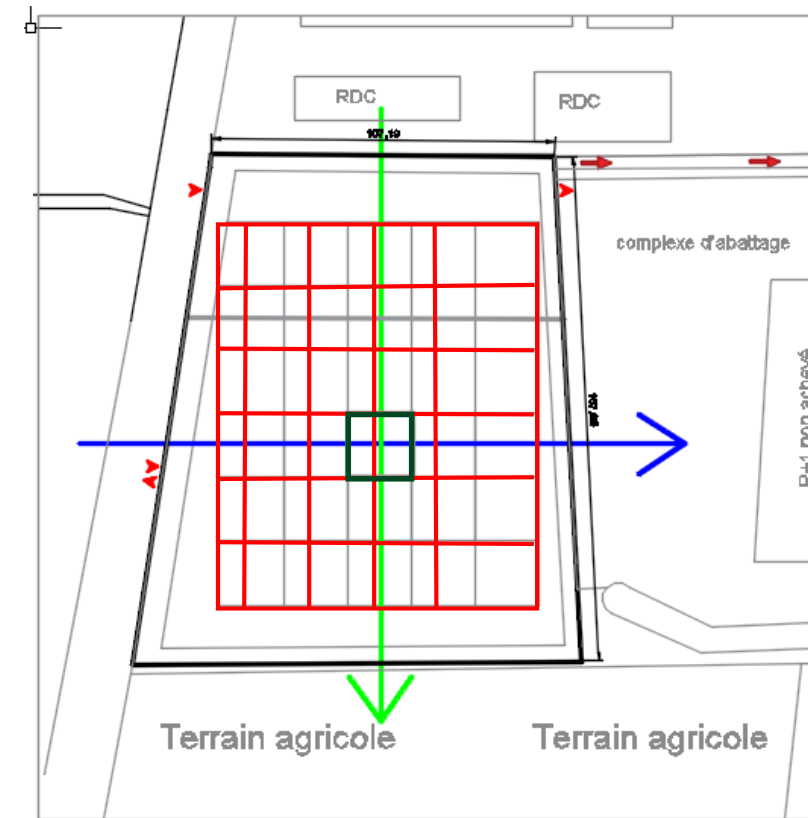
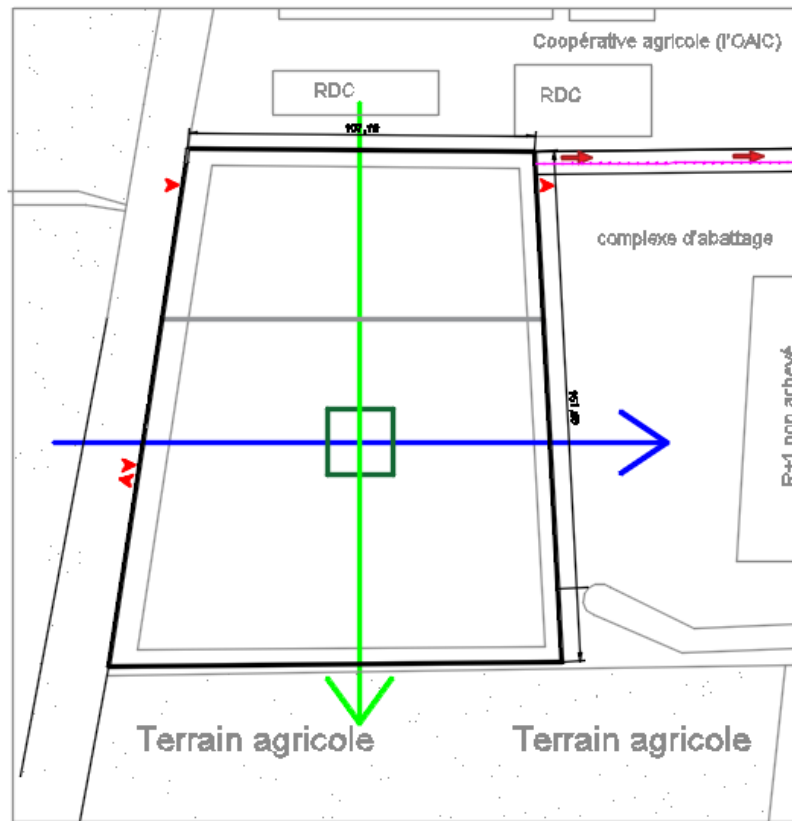
La première étape consiste à positionner les deux entités principales de notre projet sur le site d'intervention suivant les exigences fonctionnelles de chacune.



Etape 2:

Nous avons commencé par tracer les deux axes structurants:

- L'axe fonctionnel ouest-est
- L'axe bioclimatique nord-sud

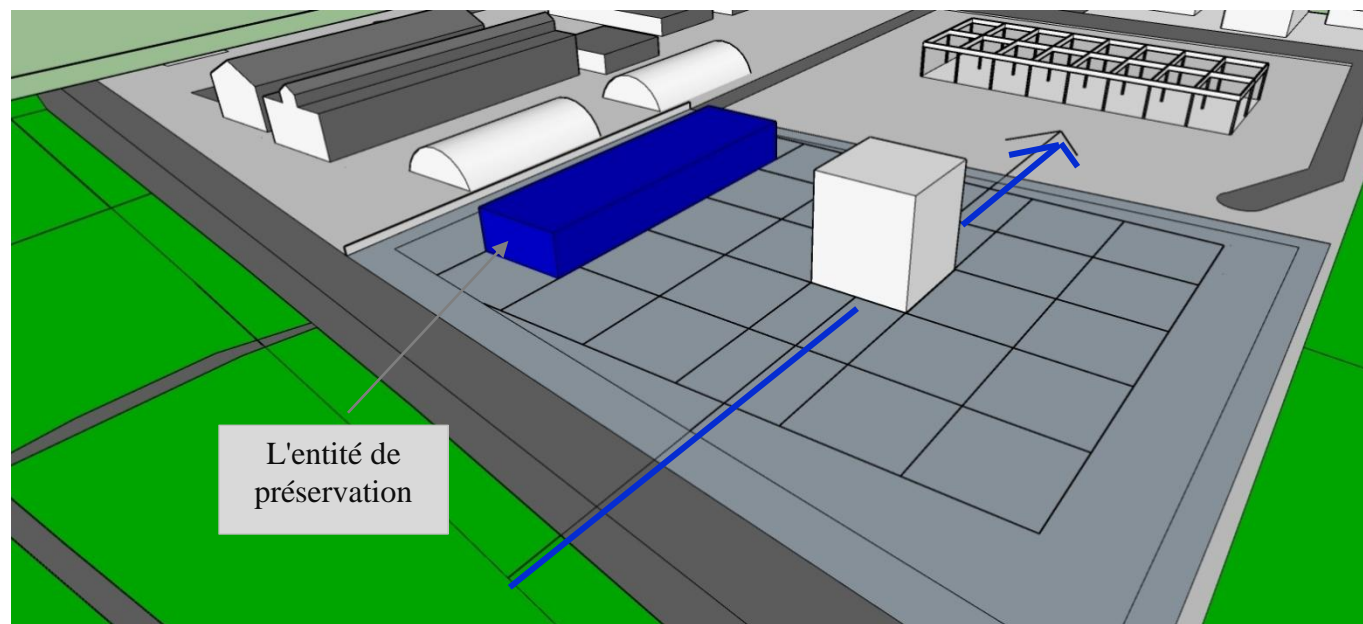
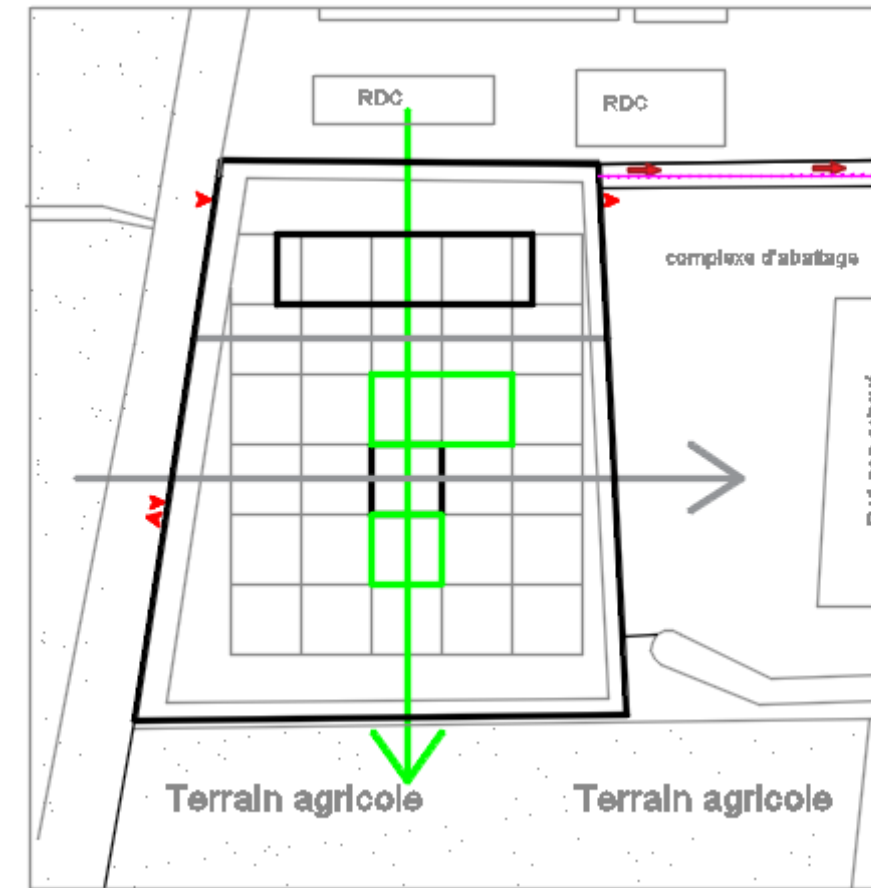
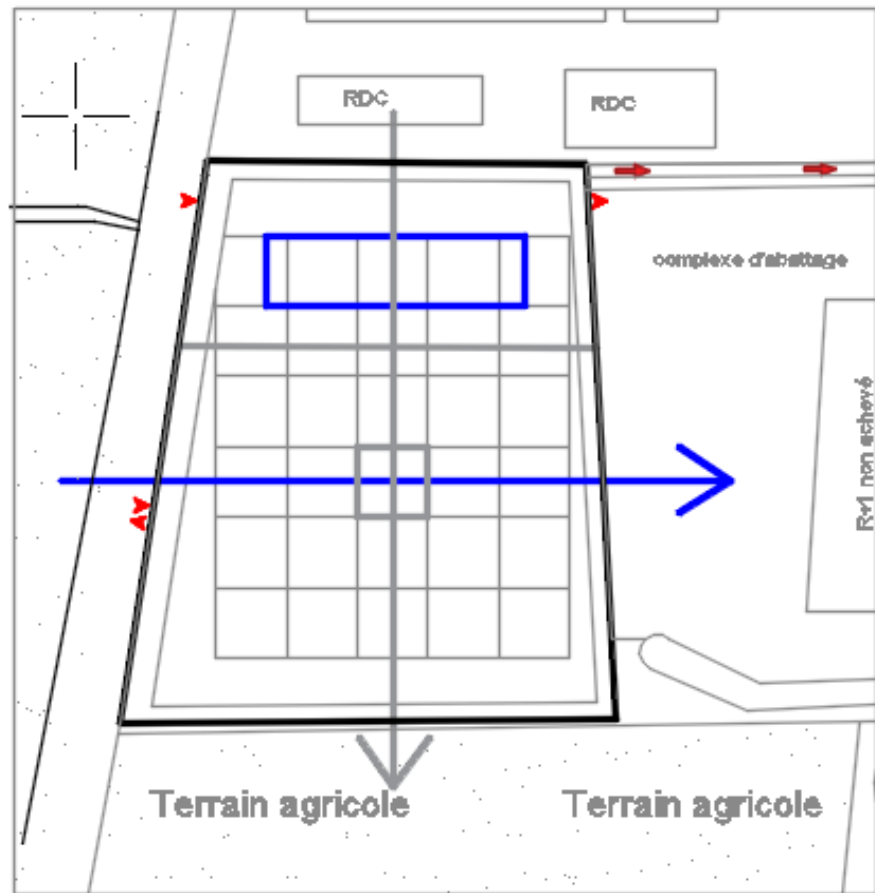


Etape 03:

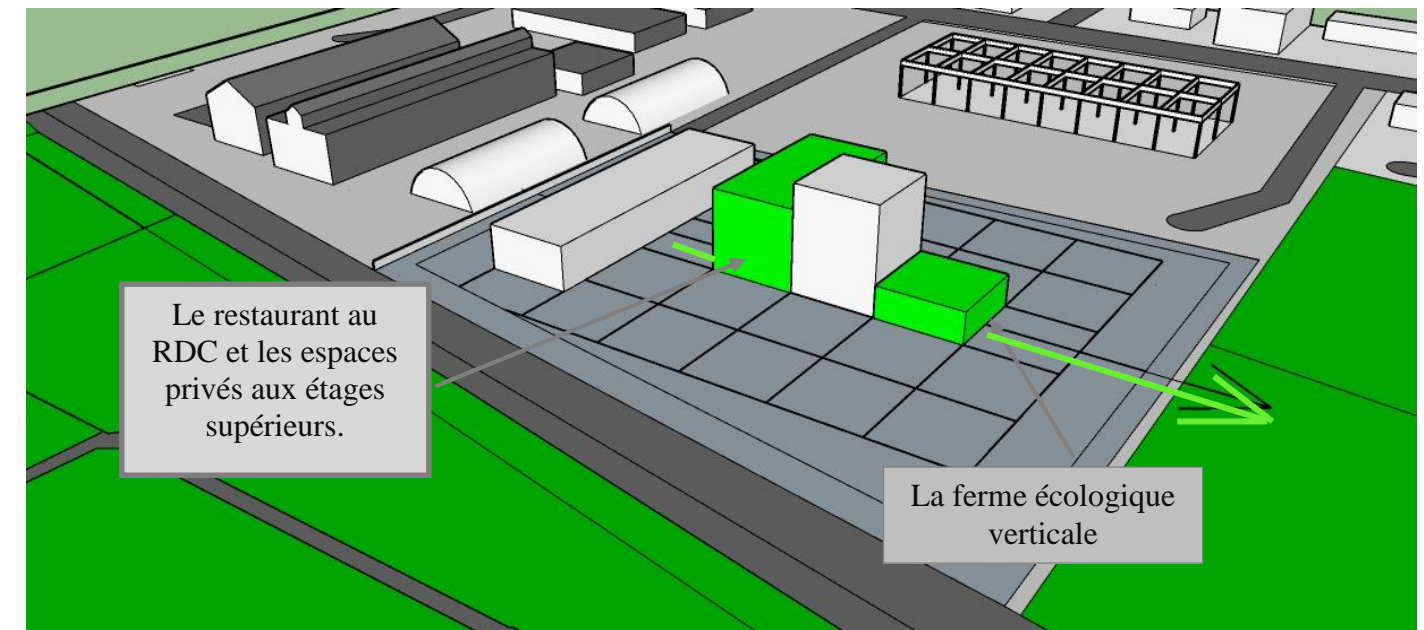
L'intersection des deux axes est matérialisée par un élément central qui est l'atrium.

Etape 04:

La création d'une grille régulière pour voir des volumes avec de mêmes proportions.



L'entité de préservation

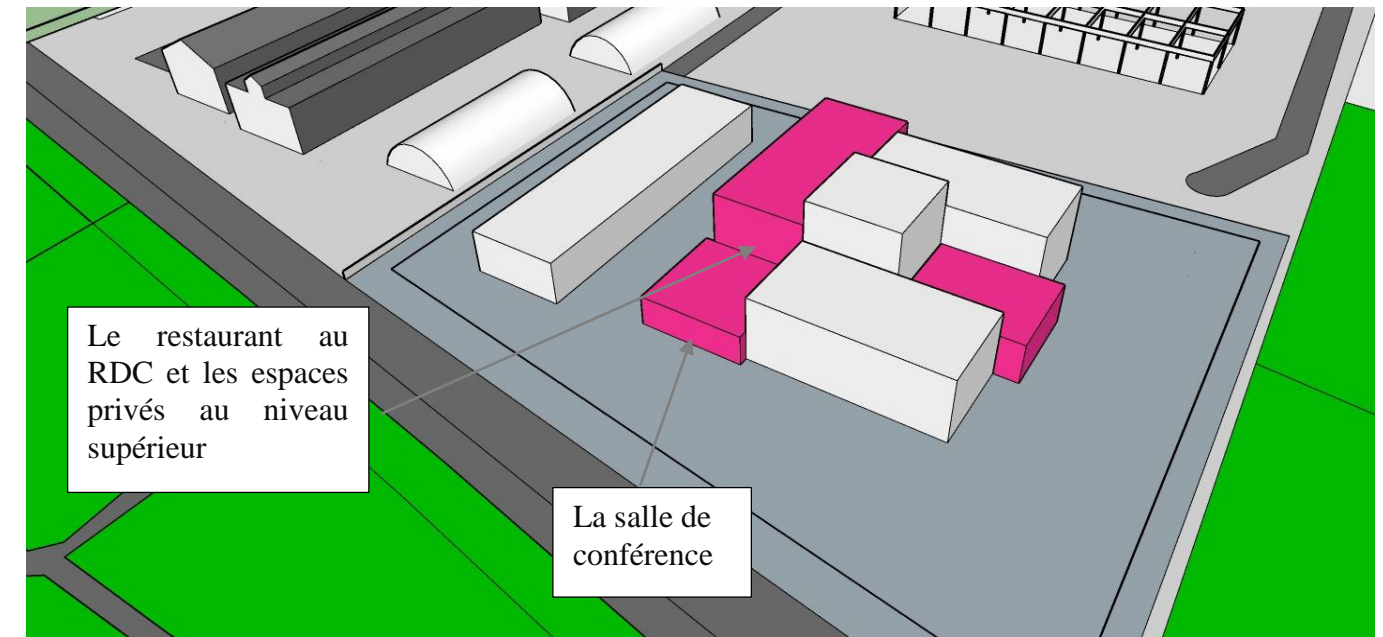
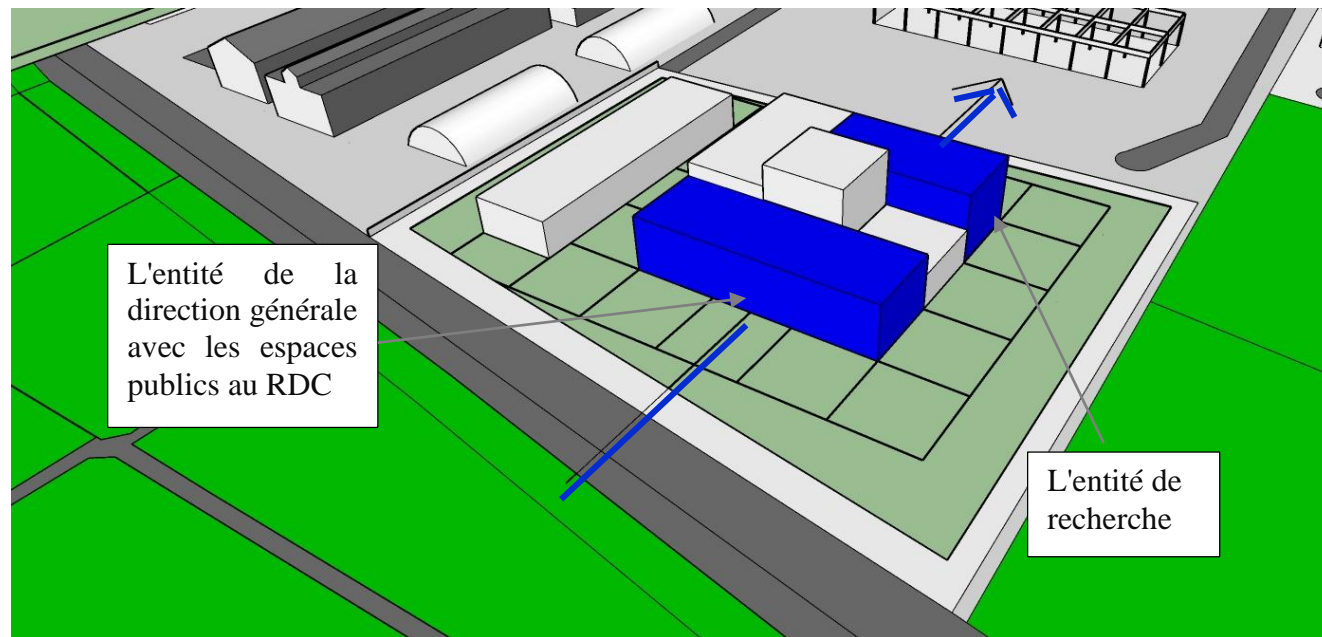
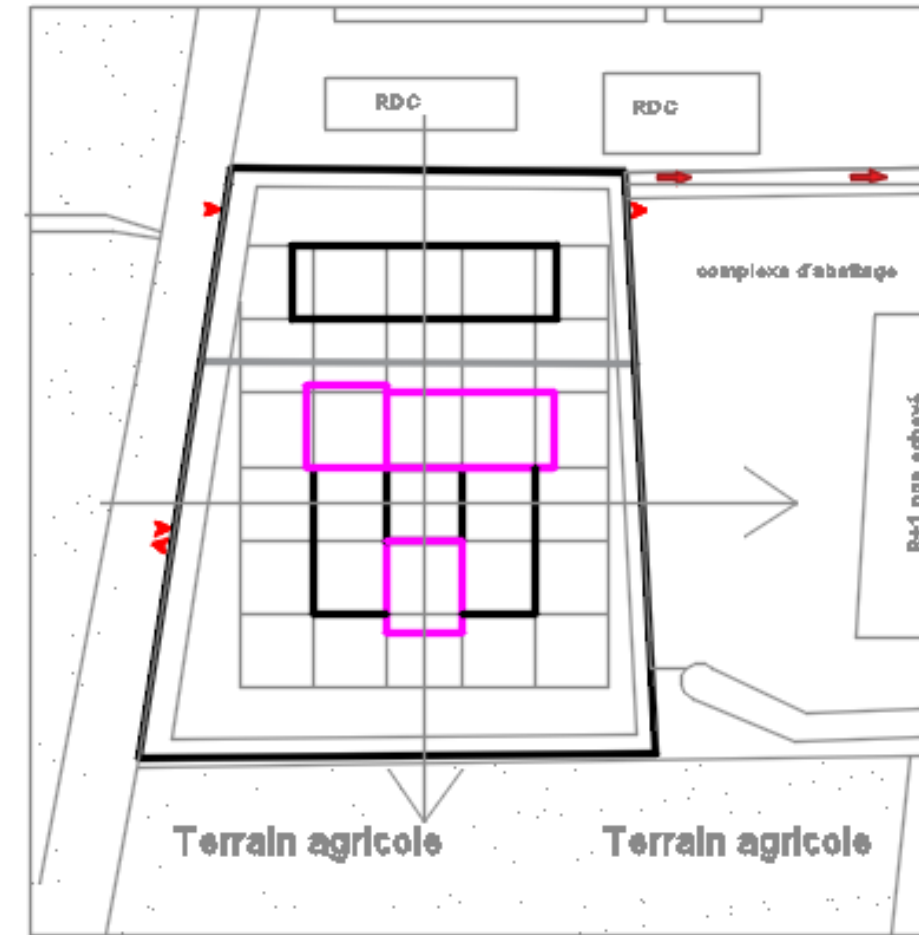
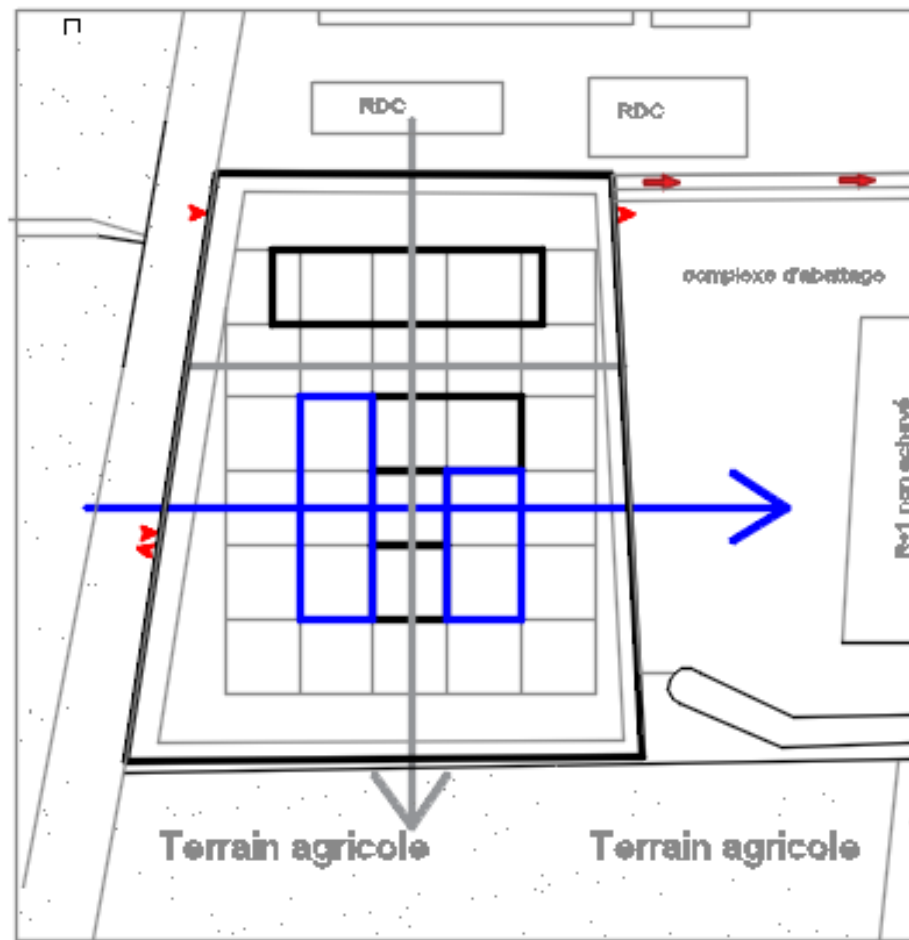


Le restaurant au RDC et les espaces privés aux étages supérieurs.

La ferme écologique verticale

Etape 05:
L'implantation de l'entité de préservation des céréales suivant l'axe fonctionnel, selon un circuit de succession des fonctions de stockage

Etape 06:
L'implantation selon l'axe bioclimatique à partir d'une unité qui nécessite un ensoleillement moyen vers une autre qui recommande plus.

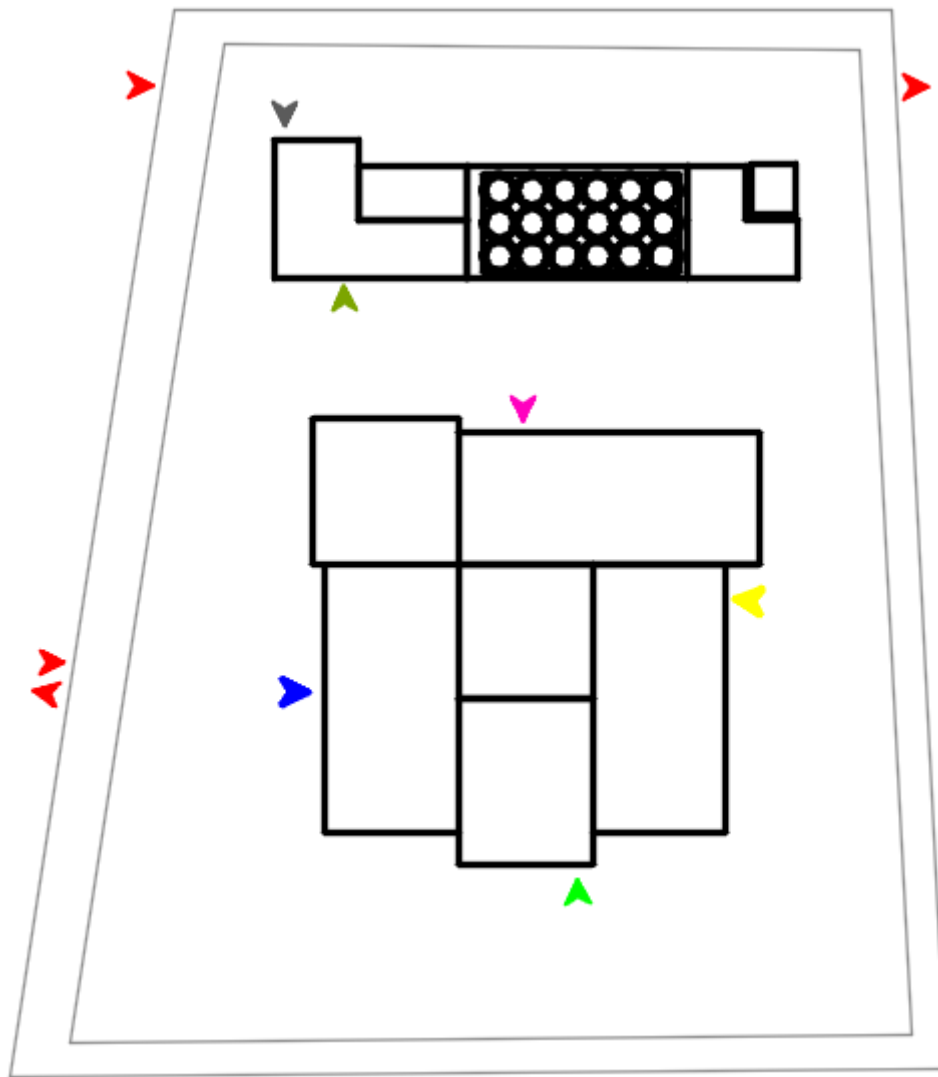


Etape 07:







L'implantation selon l'axe fonctionnel à partir des espaces qui reçoivent le public vers les espaces privés

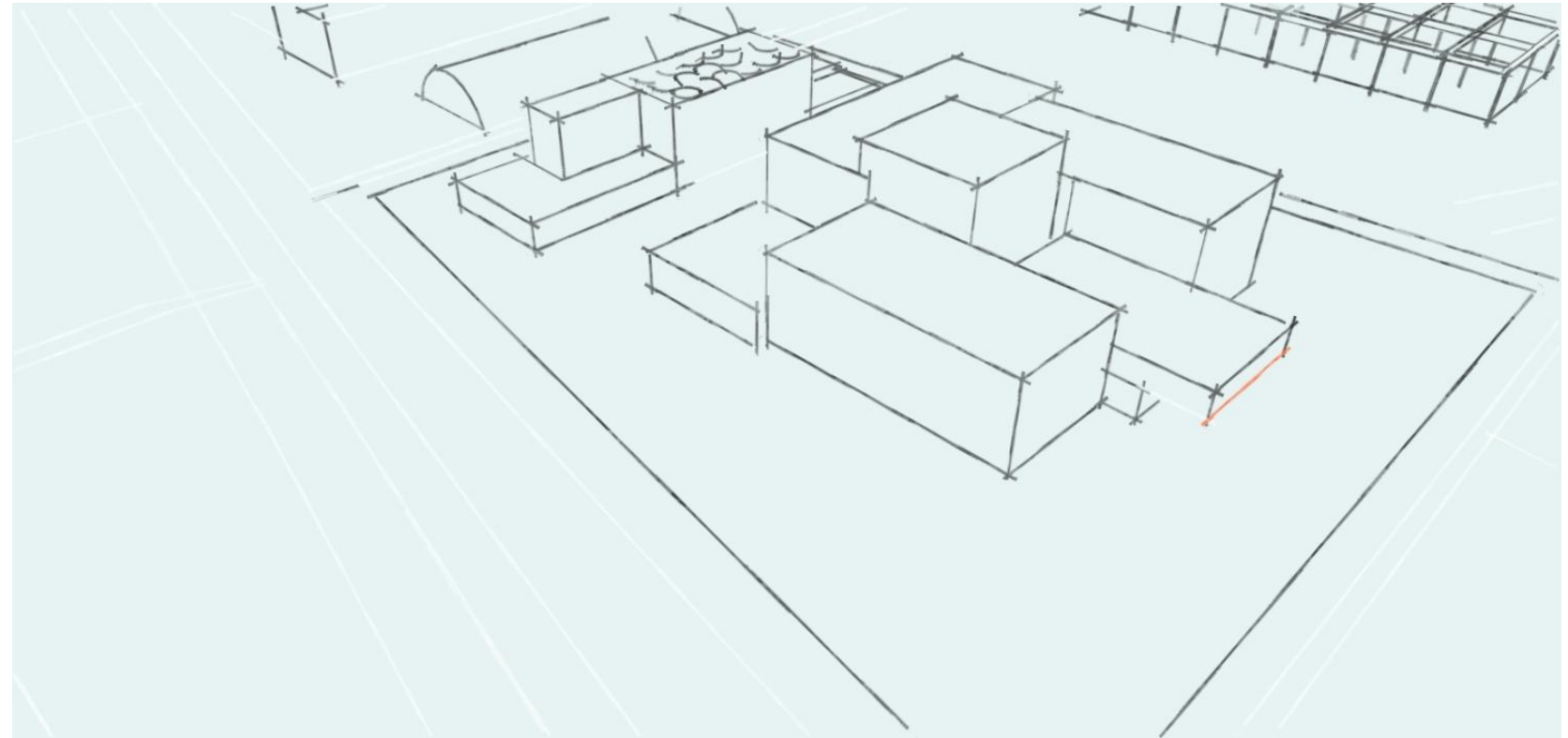
Etape 08:

Mise en valeur de la salle de conférence ainsi que la ferme écologique verticale on le faisant sortir du volume principale. L'accès dédié aux chercheurs est aussi marqué par un élément sortant du volume.



Légende:

-  L'accès principal du projet
-  L'accès d'approvisionnement pour la ferme écologique verticale
-  L'accès des chercheurs
-  L'accès d'approvisionnement pour le restaurant
-  L'accès vers l'administration de l'entité de préservation
-  L'accès des transporteurs des céréales



Etape 09:

- L'organisation des espaces dans l'entité de préservation suivant les activités qui se succèdent.
- On a marqué les différents accès vers notre projet.
- La forme finale: on a obtenu une forme simple, compacte et homogène, forme privilégiée par l'architecture bioclimatique.

VI — DESCRIPTION DU PROJET

Notre projet de centre de développement et de préservation des céréales à Rouiba se présente comme un équipement moderne et fonctionnel qui intègre des éléments esthétiques et pratiques à travers une architecture qui repose à la fois sur une approche bioclimatique, des lignes épurées, des formes géométriques ainsi que des matériaux respectueux à l'environnement et modernes. Le but est de donner au bâtiment un aspect contemporain, en tenant compte de l'efficacité énergétique tout au long du processus de conception. Le projet est organisé suivant trois entités principales: l'entité de préservation des céréales, l'entité de développement des céréales et celle de la direction générale. Il bénéficie aussi d'une ferme écologique verticale offerte aux chercheurs pour faire leurs expérimentations agricoles.

L'entité de préservation est totalement séparé de l'ensemble de projet en raison des exigences techniques et fonctionnelles liés au stockage des céréales. Pour le fonctionnement, la première étape consiste à peser et contrôler la qualité des grains pour cela plusieurs prélèvements sont effectués afin d'analyser la qualité des grains à ensiler. Par la suite, la marchandise est acheminée et vidée dans l'une des deux fosses de réception. Depuis la fosse, les grains sont envoyés vers la tour de manutention afin de les nettoyer de différentes impuretés. Les poussières et les impuretés sont dirigés vers un boisseau à issues situé à l'extérieur de silo. Par la suite, les grains sont envoyés directement dans les cellules de stockage. Dans la phase d'expédition, le camion se place sous l'un des tuyaux d'expédition. Une fois le camion est chargé, il est de nouveau pesé et échantonné pour un dernier contrôle. De plus, nous trouvons l'administration chargé de la mise en place de mesures de stockage adéquantes, de normes de qualité, de contrôles et de réglementations pour assurer la préservation ainsi que la sécurité des céréales.

L'atrium, situé au centre, relie entre le reste du projet composé de: l'entité de recherche, l'entité de la direction générale, la ferme écologique verticale avec les espaces communs. L'ensemble est développé sur trois niveaux où une répartition horizontale ainsi que verticale des espaces est prévu et cela selon leurs exigences fonctionnelles et suivant une hiérchisation allant du public au privé. Pour la répartition verticale des espaces, nous avons au niveau de rez-de-chaussée les espaces communs ouverts au public avec les espaces semi publics destinés à des personnes bien définis. Tandis que l'étage supérieure regroupe les bureaux administratifs avec les espaces de recherches qui sont totalement privé. Le dernier étage est une continuité de l'entité de recherche.

Concernant la distribution horizontale, nous avons les espaces les plus fréquentés implanté juste à l'entrée principale de projet pour faciliter l'accès des visiteurs citant à titre d'exemple la salle de conférence et les espaces d'exposition temporaires et permanentes. En revanche, les espaces réservés à la formation et la recherche comme la bibliothèque et la salle de formation se trouvent sur le côté le plus calme de niveau rez-de-chaussé. En plus de ces espaces, nous avons l'espace de consommation qui regroupe un restaurant, et une cafétéria dont l'emplacement est choisi pour qu'il soit intermédiaire entre l'entité de préservation ainsi que le reste de projet. Dans le niveau supérieur nous avons une organisation des espaces selon leurs besoins et leurs utilisation spécifiques. Les espaces administratifs sont implanté sur le côté le plus broyant de ce niveau tandis que les différents ateliers qui sont chargés par le développement des nouvelles techniques agricoles se trouve sur le côté le plus calme. Entre autres, le dernier étage est totalement privé. Il comporte les différentes laboratoires de recherche et de développement des céréales avec une terrasse jardin accessible par les chercheurs seulement. Le projet bénéficie aussi des espaces extérieurs aménagés comme des espaces de lecture et des espaces de consommation .

Le système de distribution s'articule autour de deux escaliers, le premier, escalier principal, se trouve juste à l'entrée pour permettre une accessibilité rapide et fluide. Le deuxième escalier est réservé au personnel pour les chercheurs. Le projet bénéficie d'un ascenseur et une monte charge spécialement pour le matériel nécessaire dans la ferme. Concernant la circulation horizontale, nous avons opté pour une centralisation de celle-ci, autour de l'atrium. Il est considéré comme un espace de rassemblement et de communication public. Nous avons aussi les différents couloirs qui traversent les espaces pour crée des liens de rencontre, d'échange et de dégagemet et pour aussi assurer la liaison entre les différents espaces .

Pour la protection contre l'incendie, trois issues de secours sont prévues, reforcé par un système de sécurité. On a des extincteurs automatiques disposés au niveau des faux plafonds et qui sont destinés à diffuser un produit extincteur (eau) sur un foyer d'incendie. On a des extincteurs mobiles qui constituent les moyens des premiers secours et les plus efficaces. Leur utilisation est prévue dans les dégagements à proximité des locaux présentant des risques particuliers d'incendie. On prévoit aussi à chaque niveau des détecteurs de fumée et de chaleur qui commandent le déclenchement automotique. Un éclairage de sécurité a été aussi prévu en cas de danger ou en cas de panne. Il permet la signalisation des incendies et l'éclairage de signalisation des issues de secours (CCHST, 2022).

L'accessibilité vers le projet est assurée par un seul accès principal, placé sur la façade principale, destiné aux publics et au personnel. Nous trouvons aussi un accès privé pour les chercheurs avec les accès de service: un accès d'approvisionnement pour le restaurant et la cafétéria, un accès pour la ferme écologique verticale et un autre vers l'entité de préservation.

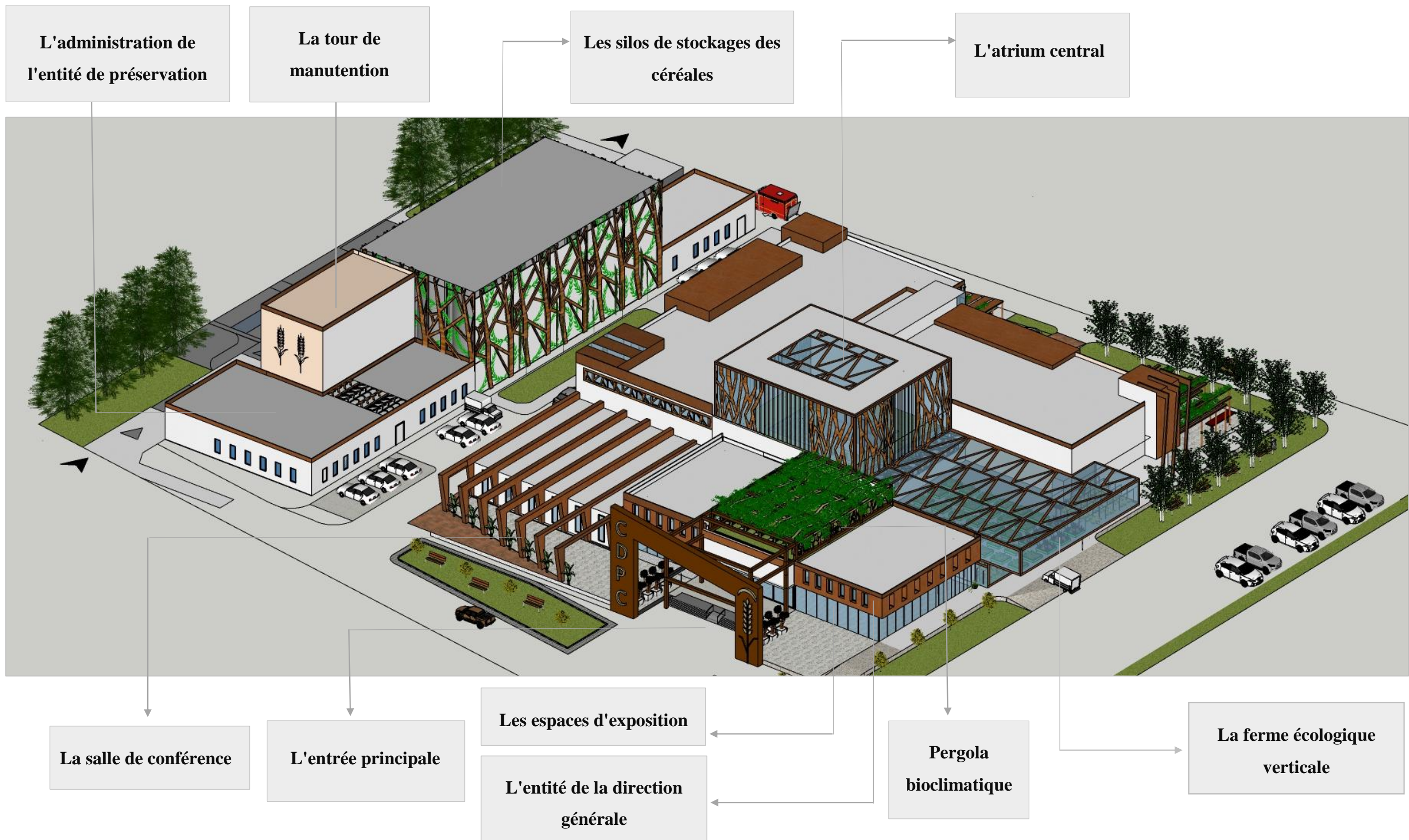


Figure 61: La composition architecturale du projet (vue de l'ouest) avec les différentes entités qui le compose, **source:** Auteurs, 2013.

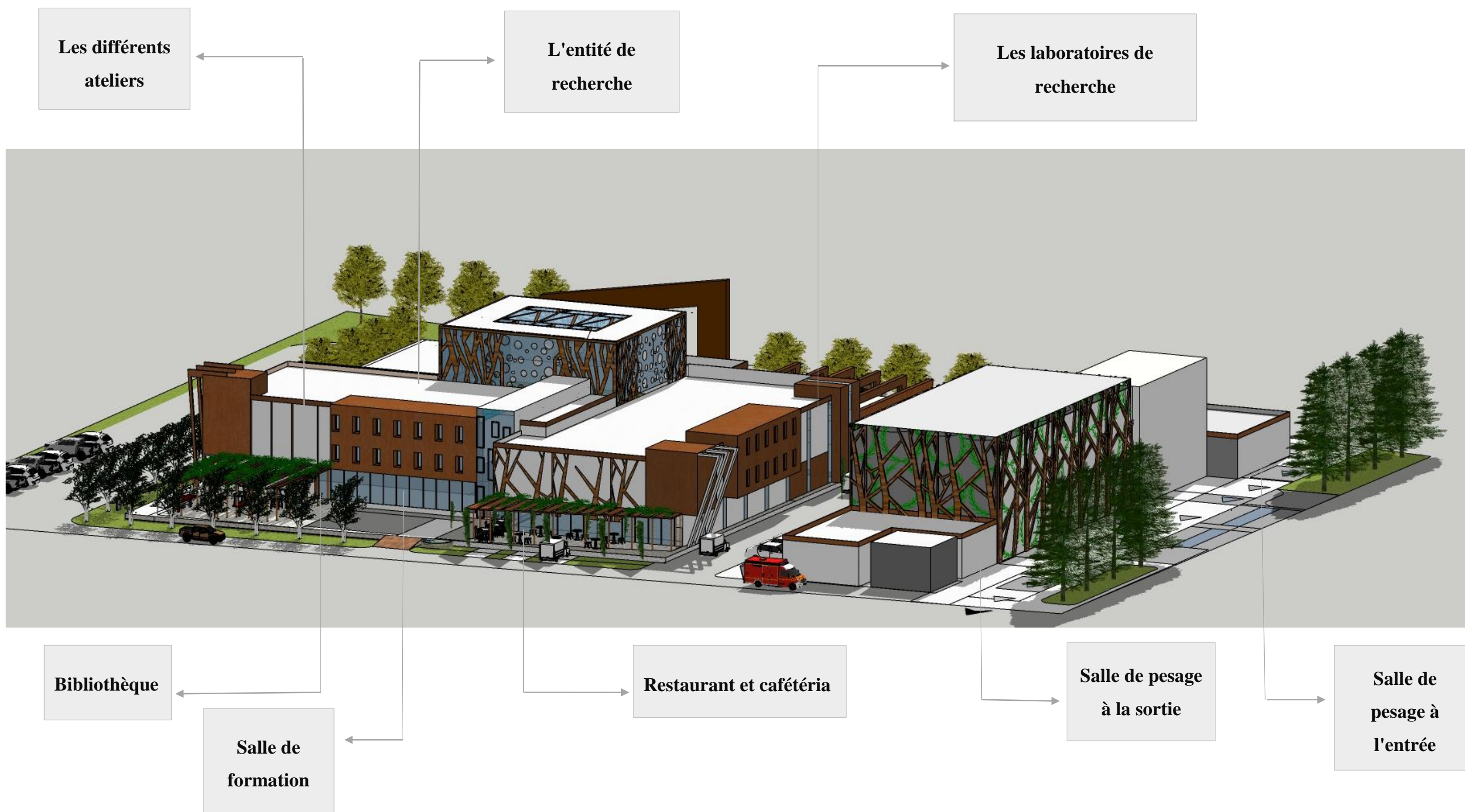


Figure 62: La composition architecturale (vue de l'est) du projet avec les différentes entités qui le compose, **source:** Auteurs, 2013.

VII — ASPECT BIOCLIMATIQUE

L'objectif est de concevoir un projet qui réduit la consommation d'énergie tout en profitant au maximum des apports naturels disponibles sur le site, afin d'obtenir des conditions de vie, de confort et d'ambiances adéquats et agréables aux occupants (confort d'été et confort d'hiver). Pour cela nous avons opté sur des solutions passives et actives respectueuses à l'environnement et économes en énergie.

1. L'atrium bioclimatique

Le projet est situé dans une zone humide, donc nous avons privilégié la ventilation naturelle à travers un atrium central qui relie les quatre corps du bâtiment. Une solution efficace pour lutter contre l'humidité due à la condensation à l'intérieur du bâtiment (Naili, Semmad, 2017). Il est conçu aussi pour maximiser la quantité de la lumière naturelle qui pénètre dans le bâtiment en utilisant des surfaces vitrées sur le toit et les murs de l'atrium. Il permet également de favoriser la circulation d'air naturel à l'intérieur du projet. De plus, cet atrium est aménagé par de la végétation y compris des plantes et des arbres qui contribue à l'amélioration de la qualité d'air par purification, ils absorbent le dioxyde de carbone (CO₂) et libèrent de l'oxygène. Nous avons aussi les bassins d'eau qui permettent une climatisation naturelle à travers l'évaporation de l'eau ce qui aide à rafraîchir naturellement l'air ambiant. Lorsque l'eau s'évapore, elle absorbe la chaleur de l'environnement ce qui contribue à réduire la température de l'atrium (Ghozlane, 2015; Chabi, 2023).

2. La récupération des eaux pluviales

La récupération des eaux pluviales à travers des conduites dans l'atrium vers des bassins d'eau pour les réutiliser dans l'arrosage de la culture céréalière implanté dans la ferme écologique verticale.

3. Le recyclage des déchets

Les déchets issues de nettoyage des grains sont dirigés vers un boisseau à issue situé à l'extérieur de la tour de manutention. Après traitement, les issues collectés sont valorisés en engrais à usage agricole dans la ferme écologique verticale. Ce qui permet d'améliorer la qualité et d'augmenter la quantité de rendement des productions agricoles.

4. Les panneaux photovoltaïques

Les machines servant aux manipulations des céréales sont constitués de matériels qui fonctionnent tout le temps ce qui provoque une grande consommation d'énergie électrique. Pour cela, nous utilisons des panneaux photovoltaïques sur l'ombrière de parking (cf.fig. 63). Les parkings qui ont pour rôle premier de permettre de stationner les véhicules, deviennent ainsi des sites de production électrique. Il s'agit d'un agencement métallique recouvert de panneaux solaires. Les panneaux photovoltaïques captent la lumière du soleil et transforme les photos reçus en courant électrique ce qui va limiter la consommation d'énergie.

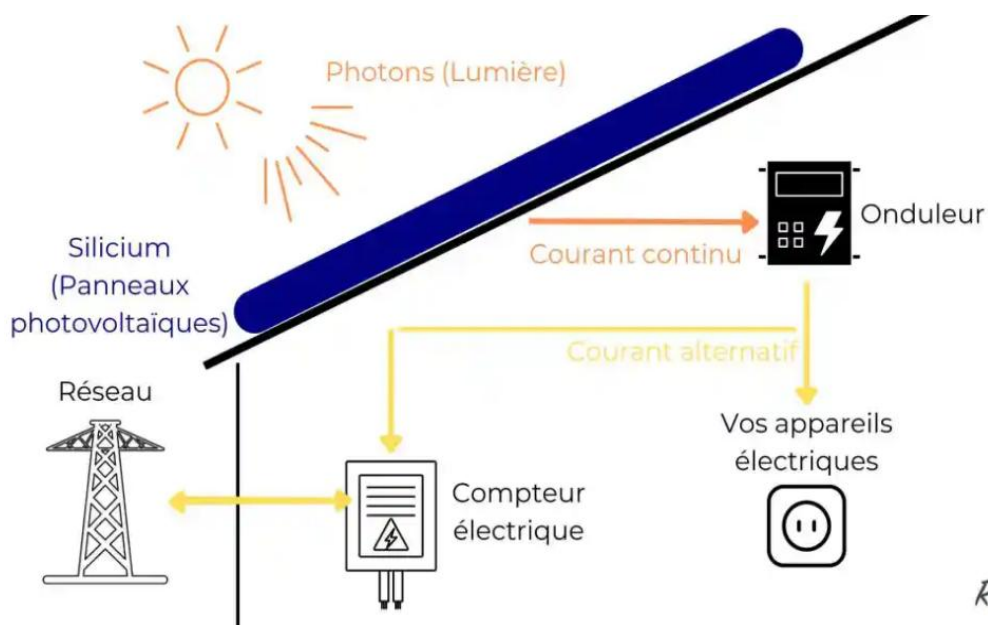


Figure 63: Schéma explicatif du fonctionnement des panneaux photovoltaïques, **source:** Rossini energy, 2022.

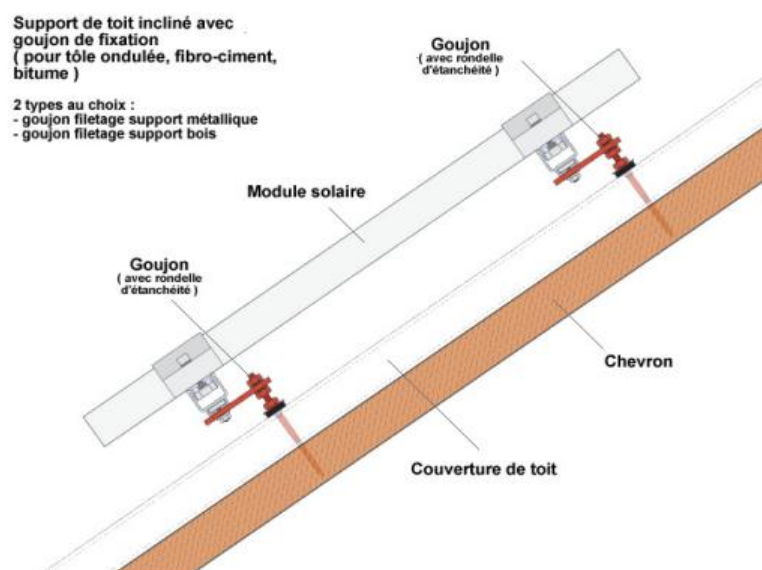


Figure 64: Détail de fixation d'un panneau solaire photovoltaïque, **source:** Aurore énergies, 2023.

5. La végétation

L'intégration de la végétation à l'intérieur de projet comme à l'extérieur. La végétation crée un climat agréable autour de projet par l'ombre qu'elle procure et abaisse la température ambiante en absorbant le rayonnement solaire. Elle joue aussi un rôle de protection contre les vents et le soleil. Prévoir de la végétation adaptée, des plantes grimpantes et arbres à feuilles caduques au sud pour faire de l'ombre seulement l'été. La végétation à feuilles caduques apporte une protection qui est naturellement variable (cf.fig 64). En été, le feuillage apporte un ombrage aux fenêtres et en hiver, la chute des feuilles fait profiter les locaux des apports gratuits du soleil. Des haies ou de grands arbres à feuilles persistantes implanté au nord pour se protéger du vent froid (Conseil d'architecture d'urbanisme et de l'environnement, 2021).

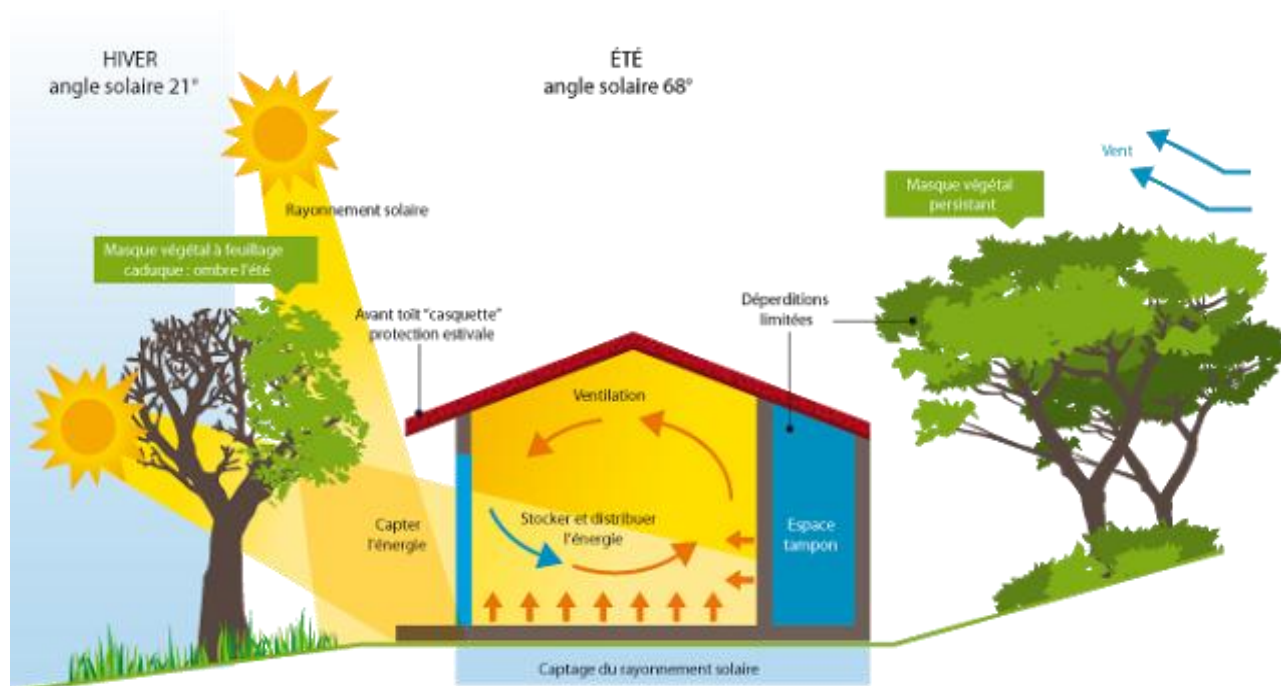


Figure 65: Rôle de la végétation choisie dans la conception de notre projet, **source:** eRT2012, 2014.

6. La construction avec une forme compacte

Une volumétrie compacte simple pour limiter les déperditions thermiques. Une forme compacte présente un minimum de surfaces d'échanges pour un volume donné, donc, un minimum d'échanges thermiques avec le milieu extérieur (Naili, Semmad, 2017).

7. Le double vitrage

L'isolation des ouvertures est assurée grâce à un double vitrage (cf.fig. 65). En été, les fenêtres doubles vitrage, fenêtres isolantes, minimisent la surchauffe du foyer en réduisant la chaleur reçue par le soleil. En hiver, il maintient la chaleur à l'intérieur en diminuant les déperditions. Les ouvertures

doubles vitrages sont idéales pour la construction de maisons passives car plus performantes. Le double vitrage se compose de deux parois de verre, séparées entre elles par une lame d'air ou de gaz isolant (argon ou krypton) qui assurent une très bonne isolation (Chauvel, 2023).

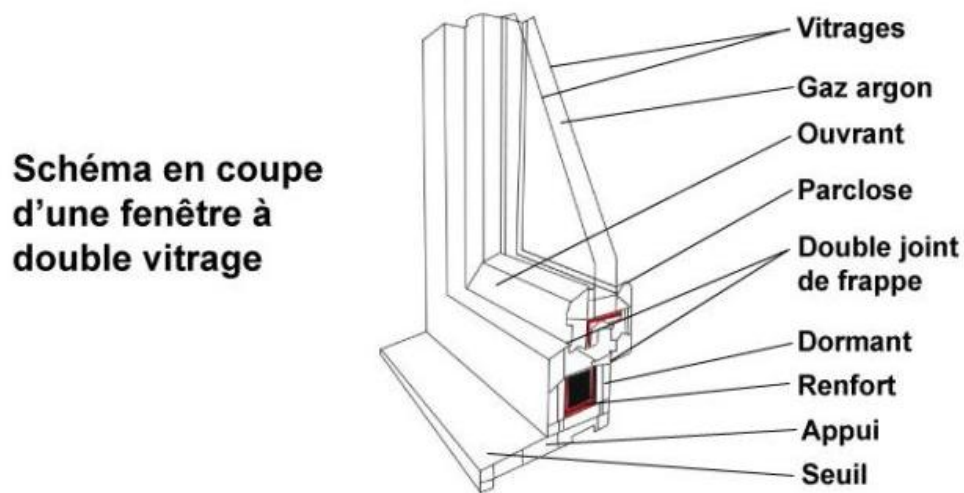


Figure 66 : Coupe schématique d'une fenêtre en double vitrage, **source:** Habitat, 2014.

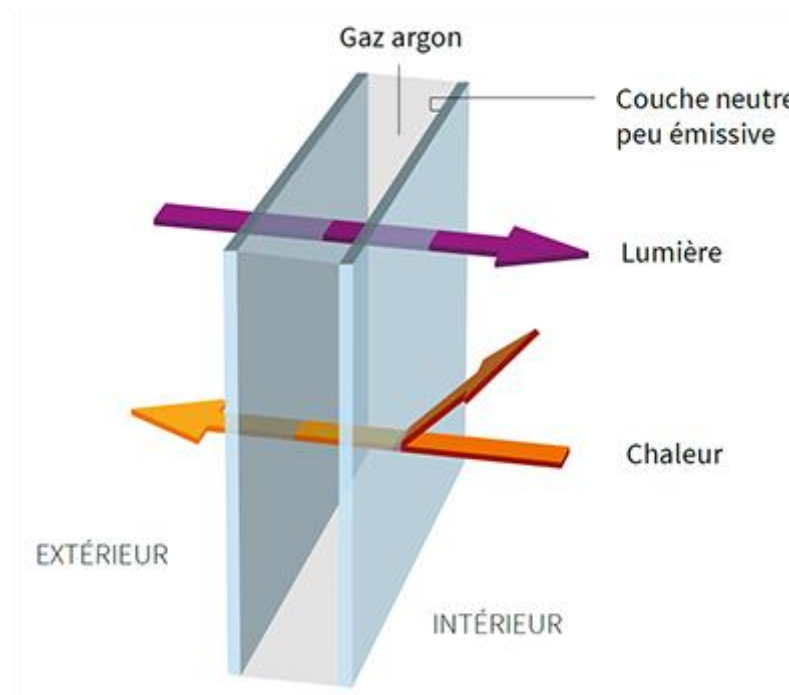


Figure 67: Illustration qui montre le rôle de double vitrage, **source:** Habitat, 2014.

8. Isolation thermique de l'ensemble de l'enveloppe

L'isolation thermique de l'enveloppe de bâtiment est un aspect crucial pour améliorer son efficacité énergétique et réduire les pertes de chaleur ce qui permet de protéger du froid en hiver et d'offrir une température fraîche en été (Vernet, 2021). Pour cela, nous avons utilisé un matériau d'isolation

naturel, issu du monde végétal, recyclable et respectueux à l'environnement, la fibre de bois ou bien la laine de bois (cf.fig. 67). Elle présente d'excellentes performances thermiques et acoustiques, utilisé sous forme de panneaux rigides ou semi rigides pour l'isolation des murs, des sols et des toitures (Monoexpert, 2023).

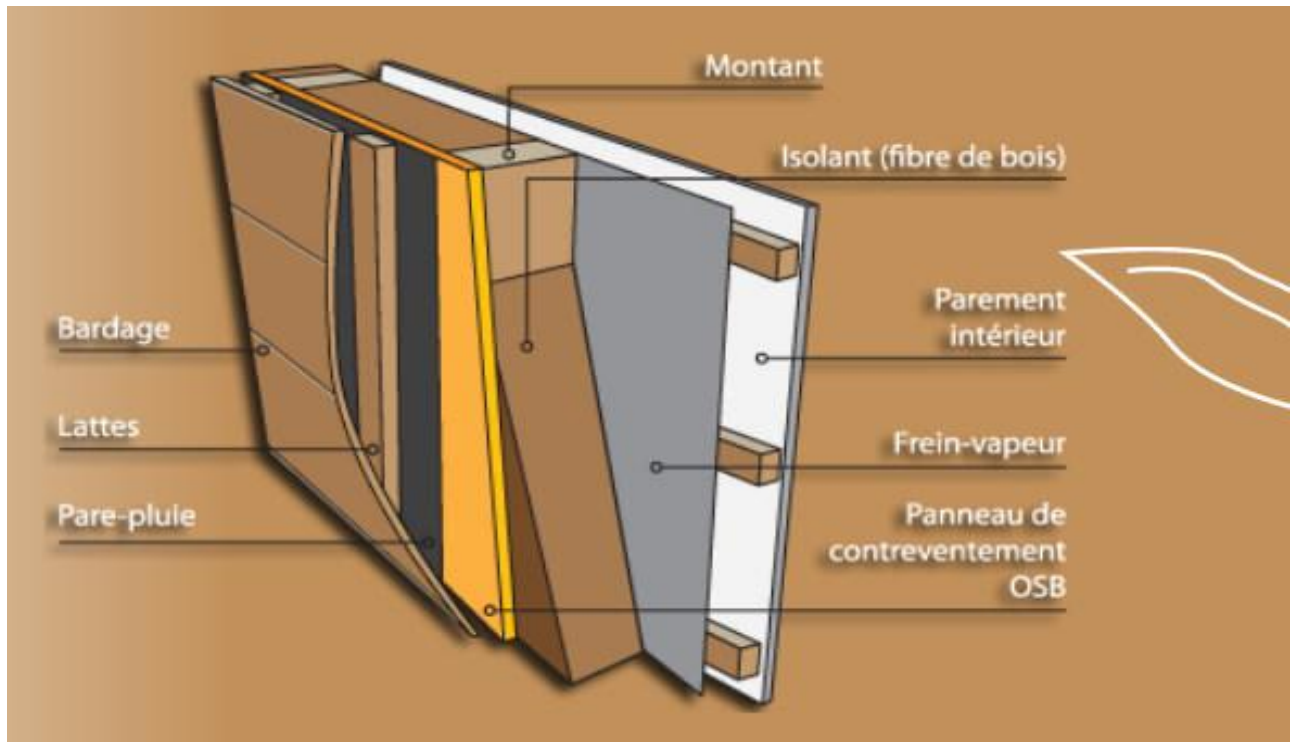


Figure 68: Détail de fixation de la fibre de bois sur un parement intérieur, **source:** Bois et passion, 2023.

9. L'étanchéité à l'air

L'étanchéité à l'air est un aspect essentiel de la conception d'un bâtiment bioclimatique. Elle vise à limiter les fuites d'air non contrôlées entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment. Une bonne étanchéité à l'air permet de réduire les pertes d'énergie, d'améliorer l'efficacité énergétique et de maintenir un niveau de confort intérieur élevé. Nous utilisons alors des membranes d'étanchéité (Wallonie énergie SPW, 2017).

10. L'utilisation des matériaux à forte inertie thermique

Afin de conserver une température constante à l'intérieur de notre projet, dans le but de minimiser les apports thermiques, nous avons utilisé le béton qui présente une forte inertie thermique. Il évite les surchauffes et favorise le confort. En hiver, le béton absorbe la chaleur de la journée et le restitue la nuit, par conduction. En été, le béton accumule la fraîcheur de la nuit et fait baisser la température

pendant la journée, donc, moins de chauffage en hiver et de climatisation en été pour des consommations d'énergie réduites et un meilleur confort des occupants (cf. fig. 68) (Gautier, 2016).

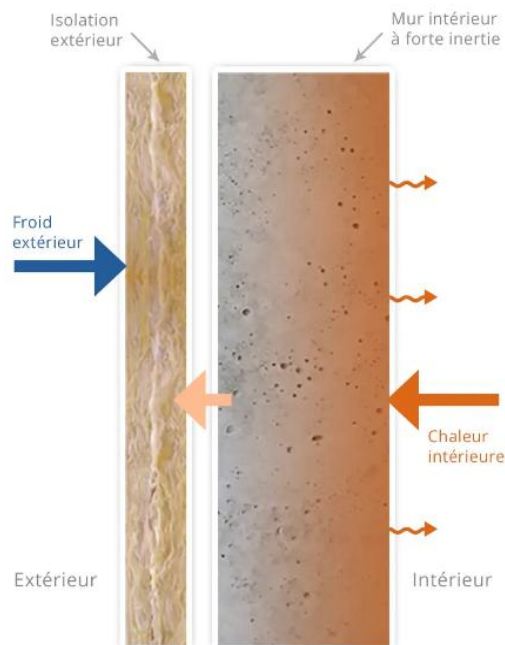


Figure 69 : Mur intérieur en béton ayant une forte inertie, il emmagasine la chaleur intérieure et la restitue, **source :** Martinaud, 2013.

11. Ferme écologique verticale

On prévoit l'utilisation d'un vitrage photovoltaïque transparent pour l'enveloppe de la ferme écologique verticale. Ce type de vitrage sert à apporter à la fois de l'éclairage naturelle et de la clarté aux espaces intérieurs de la ferme, et permet de produire l'électricité (Total énergie, 2019). Ce verre repose sur une structure en acier galvanisé. Il s'agit d'un acier qui possède une durabilité prolongée, une résistance importante ainsi qu'une protection contre la corrosion.



Figure 70: Exemple qui montre l'utilisation d'un vitrage photovoltaïque dans une ferme, **source:** Pinterest, 2023.

VIII — ASPECT STRUCTUREL ET CONSTRUCTIF

Dans la superstructure de notre projet, nous avons opté sur deux types de structure, l'une en béton armé et l'autre en métal. Nous avons choisi la structure métallique en acier galvanisé pour la ferme écologique verticale ainsi que la salle de conférence. Le choix est fait en raison des avantages qu'il possède. Il permet d'avoir de grandes portées sans poteaux intermédiaires. Cela offre une utilisation optimale de l'espace, la légèreté de la structure, la possibilité d'ajouter un ou plusieurs étages en toute sécurité sans faire souffrir les fondations. Pour la squelette de bâtiment, nous avons choisi des poutrelles alvéolaires (*cf.fig. 70*) qui permettent d'alléger les structures, d'augmenter les portées, d'assurer la modularité et la flexibilité de la construction (Chris, 2022) avec un plancher collaborant (*cf.fig. 71*) qui est connu par sa légèreté et sa grande portée. Le plancher collaborant acier-béton doit sa performance à l'association de deux matériaux. Une structure en tôle nervurée (bac acier) et une dalle de béton reliées par des connecteurs (plots) (Pacote, 2020).

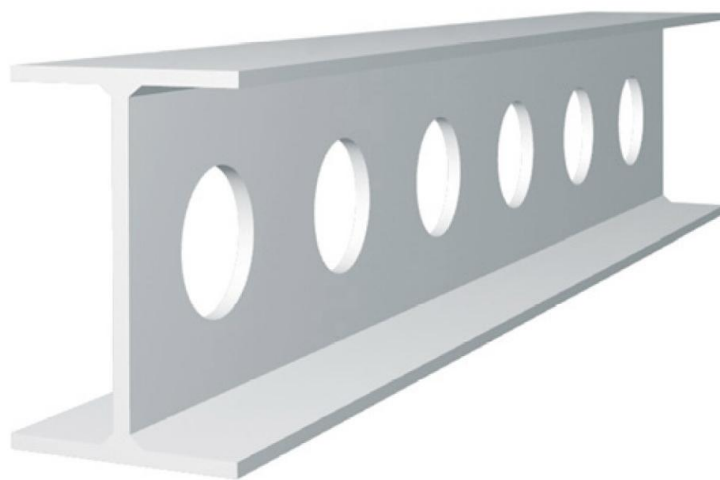


Figure 71: Poutrelle alvéolaire, **source:** SCIA, 2006.

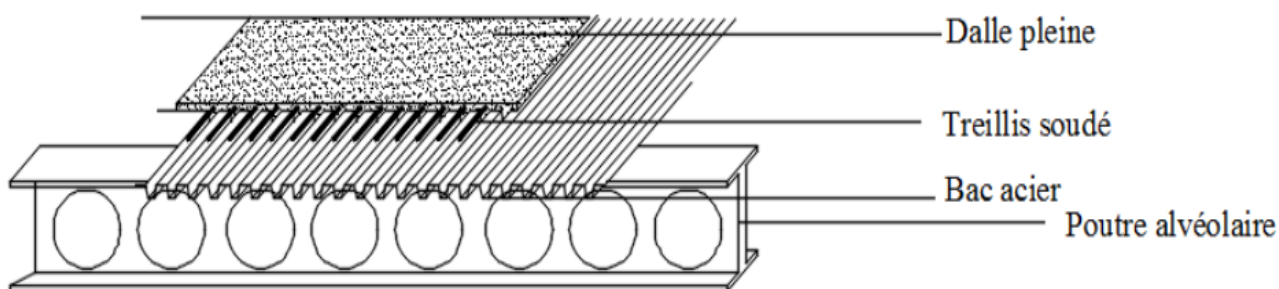


Figure 72: Détail d'un plancher collaborant, **source:** Auteurs, 2023.

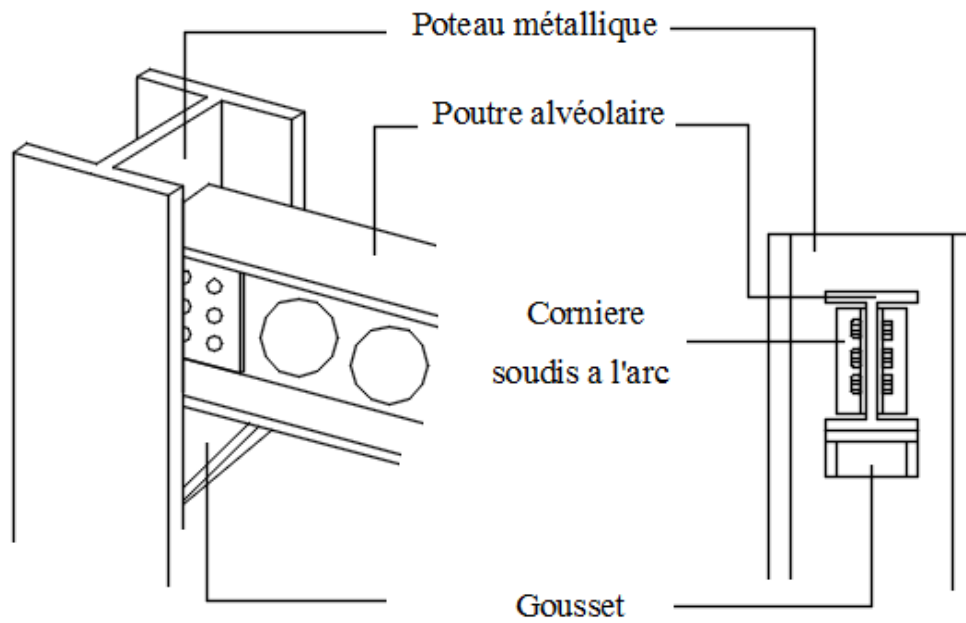


Figure 73: Détail de fixation d'un poteau métallique avec une poutrelle alvéolaire, **source:** Auteurs, 2023.

Pour le reste de projet, nous avons opté sur une structure poteau-poutre en béton armé. Une structure qui est connu par sa résistance et sa durabilité, ses excellentes propriétés d'isolation acoustique et thermique, par sa résistance aux intempéries et aux catastrophes naturelles, sa bonne résistance au feu. Il offre aussi une grande flexibilité de conception et la possibilité de la construction avec de grandes surfaces vitrées.

Pour l'infrastructure, on n'a choisi des fondations superficielles vu qu'il s'agit de bon sol, semelle isolée pour l'ensemble de projet et un radier général pour le socle des silos de stockage des céréales.

Elles sont en béton. Notre choix se justifie par le fait que le béton est marqué par sa solidité, sa rentabilité, sa rentabilité, sa longévité.

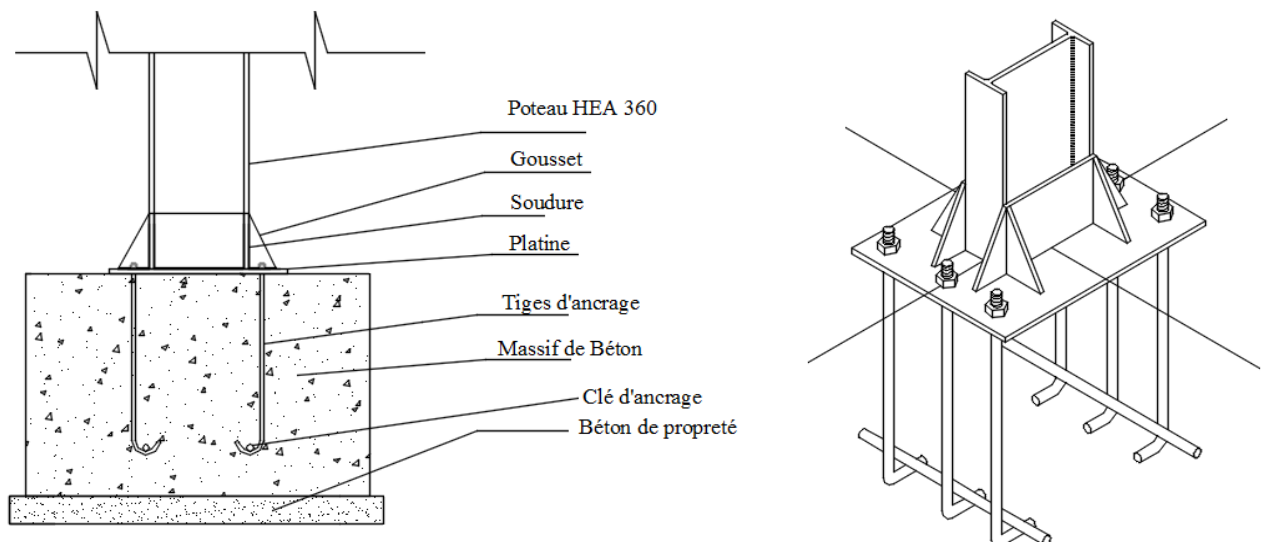


Figure 74: Détail de fondation de la structure métallique, **source:** Auteurs, 2023.

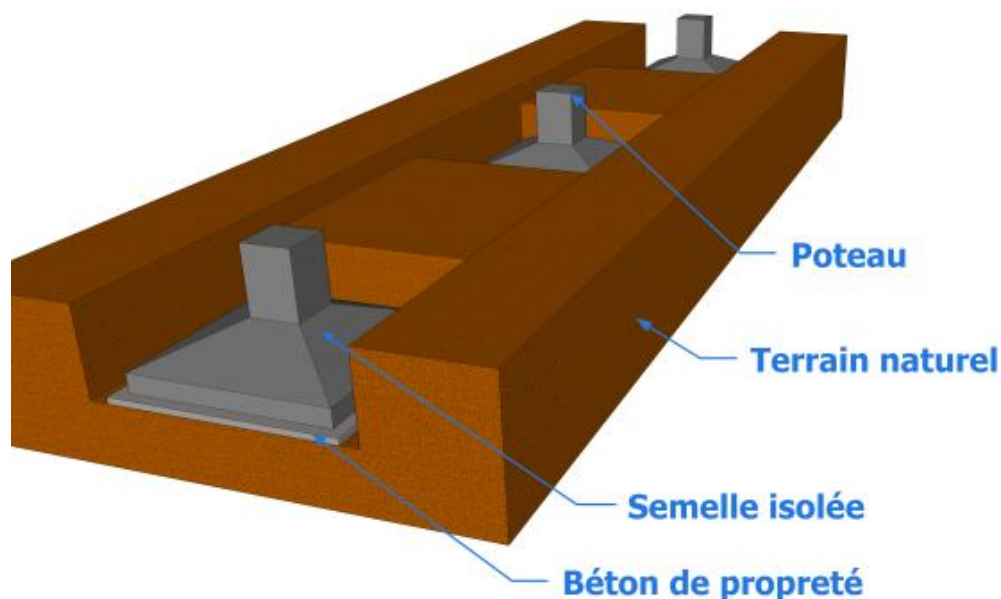


Figure 75: Détail de la construction avec une semelle isolée, **source:** Auteurs, 2023.

Selon la carte de zonage sismique du territoire nationale ¹⁵, la commune de Rouiba se trouve dans la zone sismique numéro 3 pour cela l'utilisation des voiles de contreventemens est une nécessité. Ils permettent de résister aux forces horizontales (vent, actions sismiques) et les tranmettre aux fondations (des bacs d'acier sont fixés de manière adéquate sur les poutres) (Chris, 2012). Nous avons fait recours aussi aux différents types de joints. Nous avons prévu des joints de dilatation chaque 24 m, joint de rupture où il s'agit de charges et de structures totalement différentes notamment dans la ferme écologique verticale ainsi que l'atrium avec un joint parasismique pour éviter les entrechoquements et assurer la pérennité de l'ouvrage.

Pour le choix des matériaux, nous avons opté pour des matériaux locaux et écologiques, en l'occurrence le béton, l'acier, le verre ainsi que le bois. Les murs sont en béton armé avec une isolation thermique naturel assuré par la laine de bois, un matériau 100% recyclable, 100% naturel et 100% isolant. Nous avons pensé aussi à économiser l'énergie en intégrant des façades vitrées permettent à la lumière de jour de pénétrer dans le bâtiment ce qui réduit la consommation de l'énergie électrique. Dans la façade ouest nous avons utilisé des brises solaires verticales pour la salle de conférence afin de se protéger de soleil d'été, un mur rideau en double vitrage est intégré dans les espaces

¹⁵ Carte de zonage sismique du territoire national-RPA99/ APRES ADDENDA, (centre de recherche appliqué en génie parasismique, 2003):
http://www.uploads.indesengineering.com/FIVES_CHL1_transfer%20towers/Algeria%20code/RPA99%20VERSIO N%202003%20Carte%20zonage%20sismique%20d'Algerie.pdf

d'expositions temporaires et permanentes afin d'offrir un aspect neutre en réflexion et une grande transparence ce qui permet une transmission lumineuse élevée. Ils permettent aussi de ralentir la transmission de la chaleur ce qui offre une très bonne isolation thermique (Benjamin, 2011).

Dans la façade sud nous avons maximisé les ouvertures afin de profiter au maximum des apports solaires. Un mur rideau en verre photovoltaïque transparent est prévu dans la ferme écologique verticale (*cf.* fig. 75). Il est capable de capter une grande quantité de l'énergie solaire et de la lumière naturelle nécessaire pour la croissance de la culture céréalière implantée. Quant à la façade nord nous avons réduit la taille des ouvertures pour minimiser les pertes et nous avons créé un confort visuel vers la façade sud des silos de stockage des céréales en utilisant une couverture sur les silos avec des motifs inspirés de la nature (les branches d'arbres). Pour la façade ouest nous avons intégré des murs rideaux avec le double vitrage dans les espaces de lecture ainsi que de consommation afin d'avoir des vues dégagés vers les jardins extérieurs.

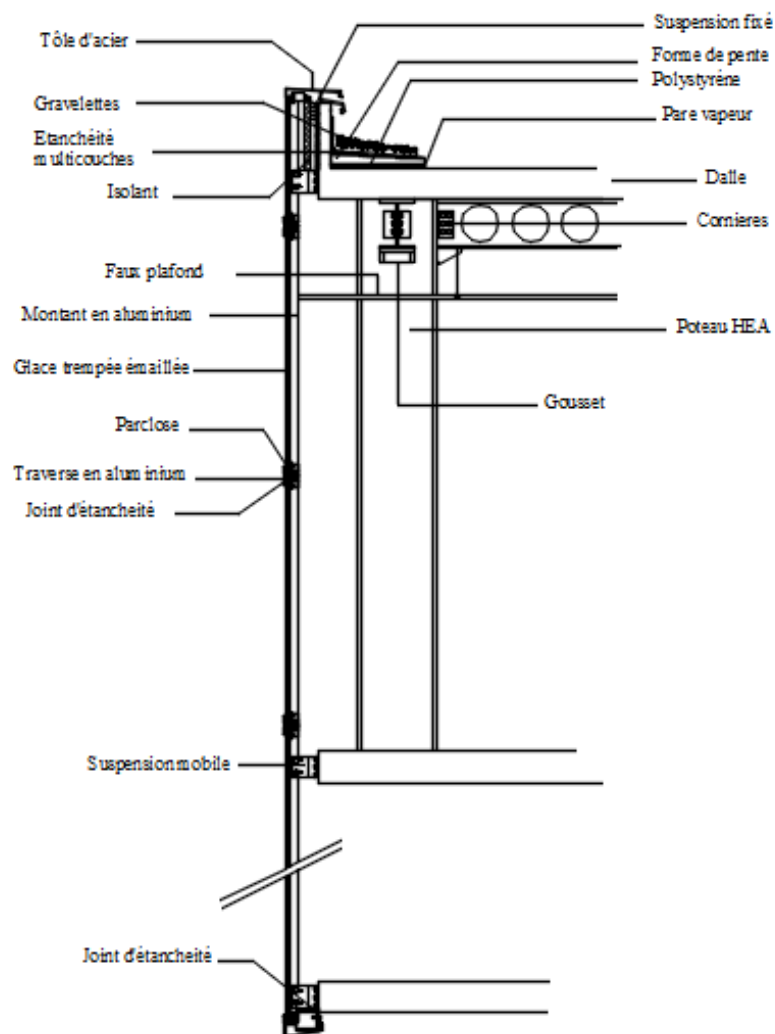


Figure 76: Détail de fixation d'un mur rideau sur une structure métallique, **source:** Auteurs, 2023.

Des murs en béton armé avec un traitement en bois dont la couleur reflète celle de l'épi de blé sont prévus pour le reste des façades. Le choix de béton armé est motivé par plusieurs raisons citant à titre d'exemple sa solidité, sa résistance, sa rigidité avec son efficacité d'inertie thermique. On a favorisé aussi des fenêtres verticales dans notre projet pour contraster la forme horizontale de ce dernier. On n'a pensé aux espaces extérieurs en plein air par l'intégration des pergolas bioclimatiques (cf. fig. 76) dont la caractéristique principale est son toit réglable. Il est composé de lames orientables qui peuvent être ajustées pour contrôler la quantité de lumière solaire, d'ombre et de ventilation qui passe à travers la structure. Ces lames peuvent être inclinées pour laisser entrer la lumière du soleil ou fermées pour fournir de l'ombre. La régulation de la température se fait grâce à la circulation de l'air entre les lames du toit. Lorsque les lames sont ouvertes, l'air chaud peut s'échapper et favoriser la circulation d'air frais, ce qui aide à maintenir une température confortable en dessous de la pergola. Lorsqu'elles sont fermées, elles agissent comme une barrière contre les rayons du soleil, réduisant ainsi la chaleur directe et offrant une zone ombragée (Isofen, 2022; Dupuy stores, 1968).

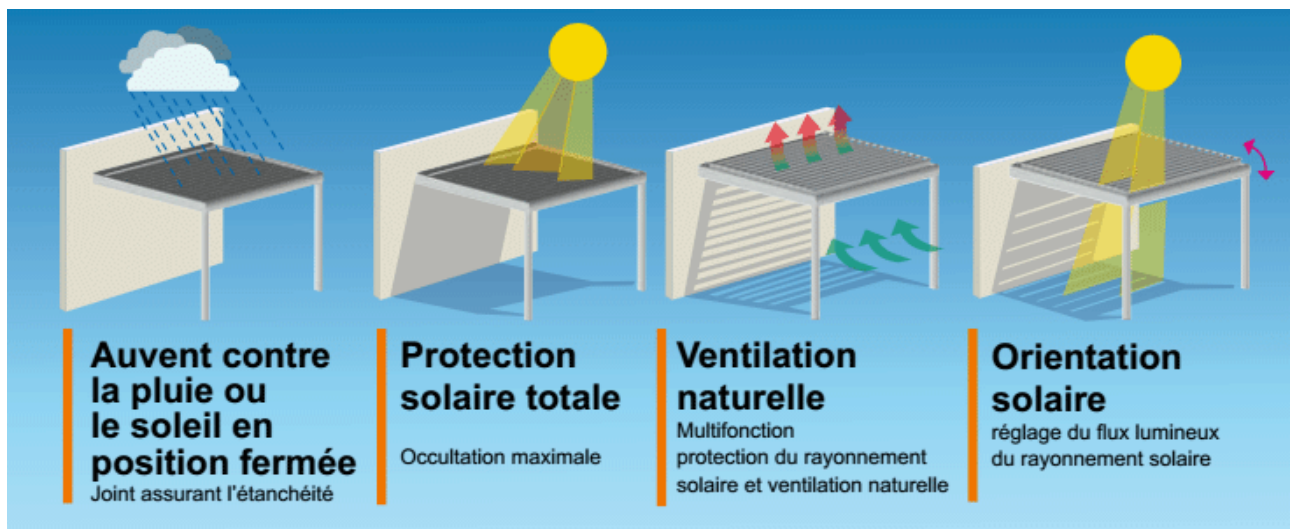


Figure 77: Des illustrations qui montrent les avantages d'une pergola bioclimatique, **source:** Pose pergola, 2022.

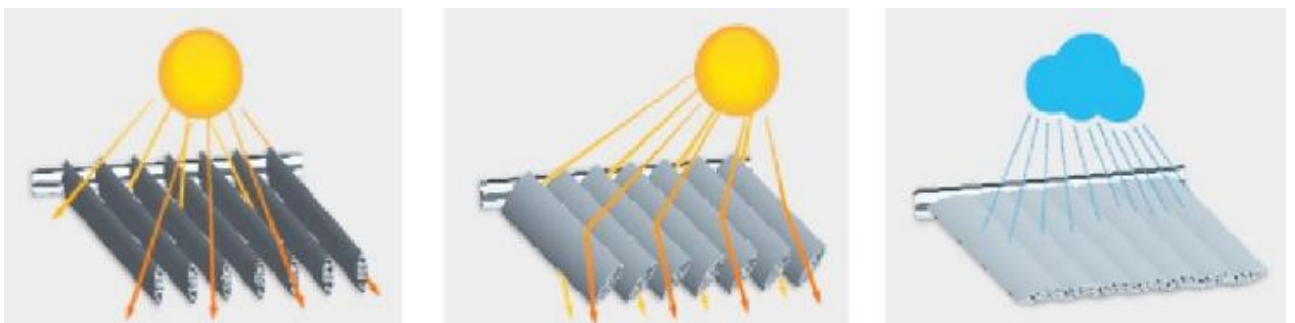


Figure 78: Des illustrations qui montrent le fonctionnement de pergola grâce aux lames orientables, **source:** Pose pergola, 2022.



Figure 79: Traitement de la façade principale de notre projet (façade d'ouest), **source:** Auteurs, 2023.

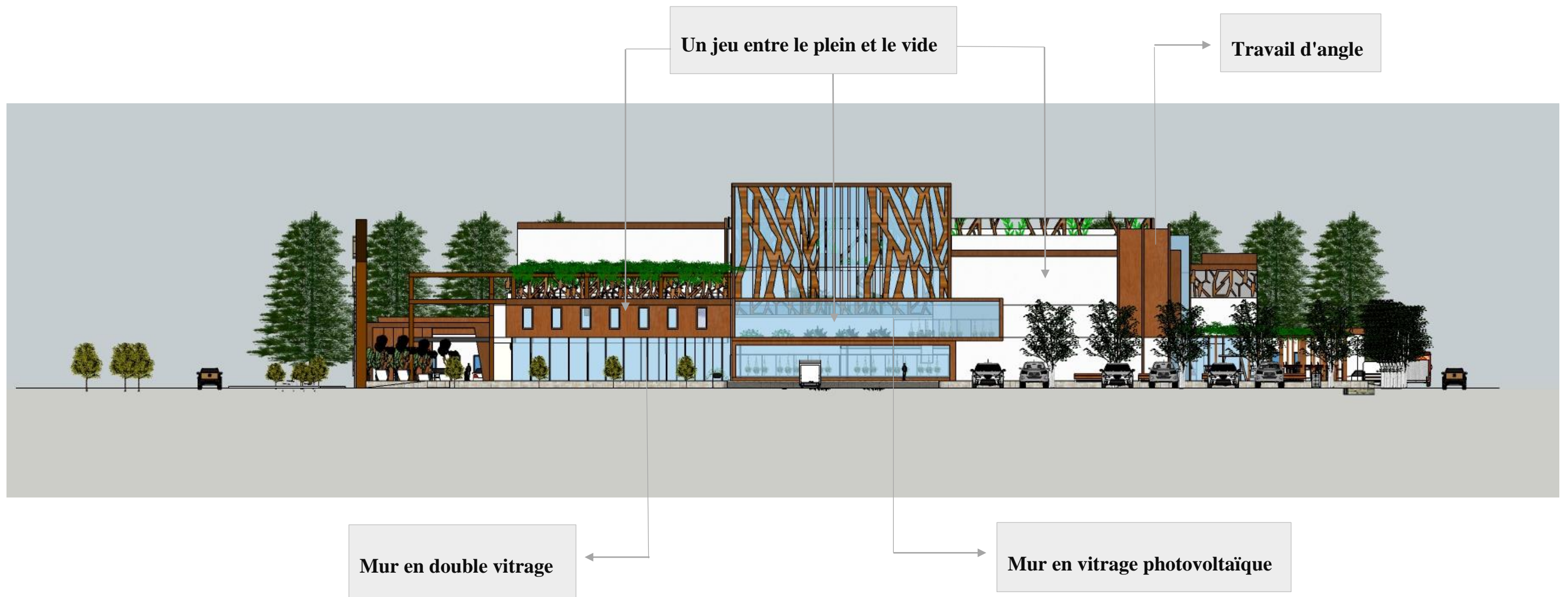


Figure 80: Traitement de la façade sud de notre projet, **source:** Auteurs, 2023.

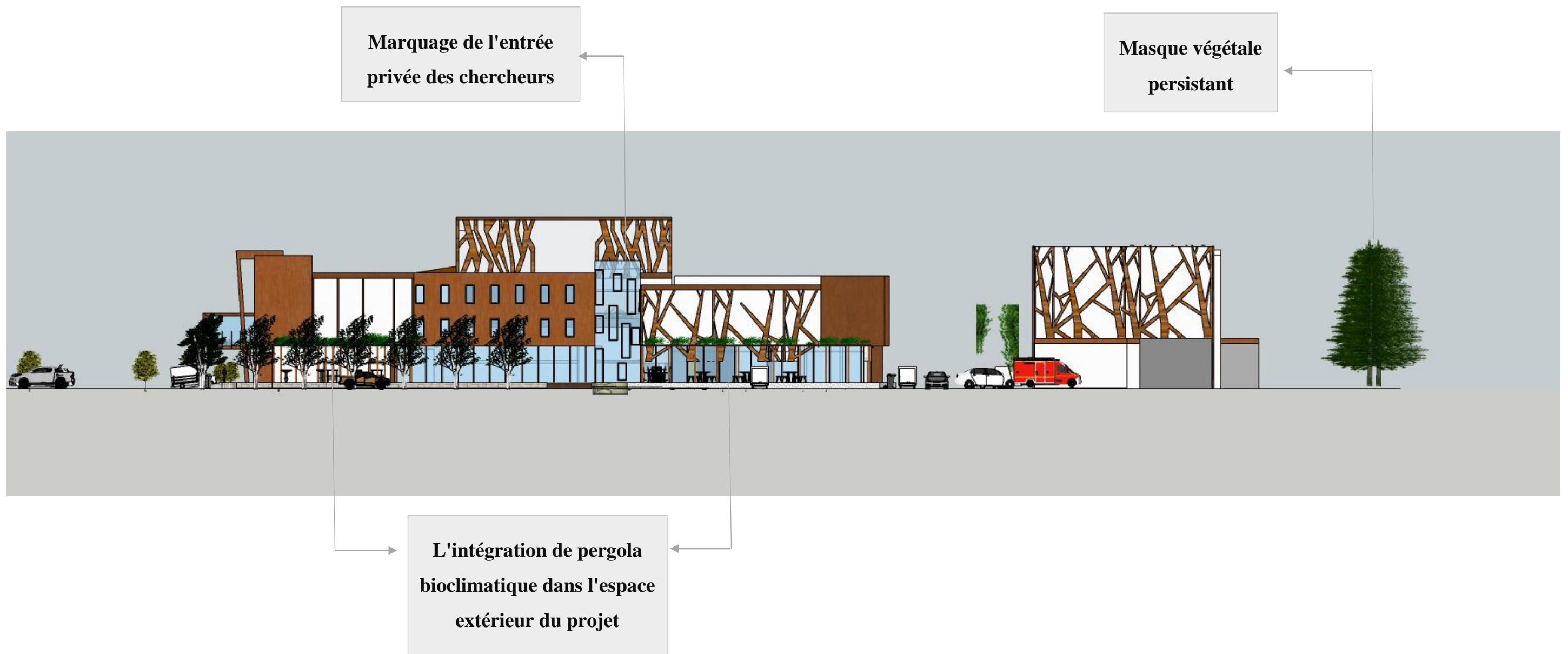


Figure 81: Traitement de la façade ouest de notre projet, **source:** Auteurs, 2023.



L'entrée principale



Pergola bioclimatique



Le parcours extérieur



Vue dessus

Figure 82: Photos de rendu du projet, **source:** Auteurs, 2023.



Figure 83: Photos de maquette architecturale du projet, **source:** Auteurs, 2023.

CONCLUSION GÉNÉRALE

L'objectif de ce travail est d'apporter une réponse à la problématique posée à travers le développement et la préservation des céréales pour faire face à l'insécurité alimentaire en Algérie dans la conjoncture actuelle que vit le monde. Le développement et la préservation des céréales sont d'une importance extrême pour assurer la sécurité alimentaire. Elle fournissent une source de nourriture nutritive tout en assurant la stabilité de l'approvisionnement alimentaire, en réduisant la dépendance alimentaire et en favorisant la résilience face aux changements climatiques.

A travers nos recherches, nous avons soulevé que l'Algérie connaît un manque des infrastructures et des équipements réservés au développement et au stockage des céréales, pour cela notre choix s'est focalisé sur la conception d'un centre de développement et de préservation des céréales. Il s'agit d'un projet national d'extrême importance pour consolider l'autosuffisance et assurer la sécurité alimentaire du pays. Son objectif principal est d'améliorer la production, la qualité et la durabilité des cultures céréalières pour répondre aux besoins alimentaires croissants de la population. Il explore des méthodes de sélection génétique, d'amélioration des rendements, de résistance aux maladies et aux ravageurs, et d'adaptation aux conditions climatiques changeantes. En outre, il travaille sur la préservation des variétés traditionnelles de céréales, qui peuvent être menacées par la perte de la biodiversité. Il encourage la conservation des ressources génétiques et promeut l'utilisation durable des céréales pour assurer la sécurité alimentaire à long terme. Le projet collabore avec des agriculteurs, des chercheurs, des institutions gouvernementales et des organisations internationales pour partager ses connaissances et ses meilleures pratiques. Il fournit aussi des formations et des conseils techniques aux agriculteurs sur la culture des céréales.

Parmi les cibles visées dans ce travail c'est de concevoir un projet respectueux à l'environnement qui intègre les notions de l'architecture bioclimatique. Cela se traduit par la forme du projet, le choix des matériaux écologiques et la conception architecturale adaptée au contexte du site dans le but de le rendre confortable et écologique au même temps. Notre projet s'inscrit alors dans une démarche bioclimatique et optimise l'utilisation des énergies à travers différentes solutions actives et passives citant à titre d'exemple l'intégration des panneaux photovoltaïques sur l'ombrière des parkings pour capter l'énergie solaire et produire de l'électricité, le recours à un système de récupération des eaux pluviales pour les réutiliser dans le projet. Une isolation de haute qualité est utilisée pour réduire les

pertes de chaleur en hiver et les gains de chaleur en été. Des matériaux naturels et durables sont aussi prévus pour garantir une performance énergétique optimale. Nous avons aussi l'intégration des arbres et des plantes qui sont judicieusement placés autour du bâtiment pour fournir de l'ombre naturelle et favoriser la circulation de l'air frais. Cela contribue à maintenir une température confortable à l'intérieur du bâtiment.

Enfin, nous espérons avoir apporté une réponse à travers ce travail à la problématique posée et les objectifs fixés à savoir l'amélioration de la production agricole, les techniques de stockage des céréales, assurer la sécurité alimentaire, tout en utilisant une approche architecturale qui vise à optimiser les performances énergétiques du bâtiment

BIBLIOGRAPHIE

LIVRES

1. Cruz, J.-F., Hounh, J., & Troude, F. (2016). *La conservation des grains après récolte*. Versailles cedex, France: Quae.
2. D'hooghe, c., & Gallien, M. (2011). *concevoir et aménager des lieux de travail sûrs- site de stockage céréales et approvisionnements*. Haute Normandie: MSA .
3. Fernandez, P., & Lavigne, P. (2009). *Concevoir des bâtiments bioclimatiques*. France: Le Moniteur.
4. Fuchs, S. (2007). *L'architecture bioclimatique*. Genève: Ecoquartiers.
5. Gauzin-miller, D. (2008). *Architecture écologique*. France métropolitaine: Le Moniteur.
6. Liébard, A., & De merbre, A. (2006). *Traité de l'architecture et d'urbanisme bioclimatiques*. France: Le Moniteur.
7. R.Cline, W. (2008). *Réchauffement climatique et agriculture*. Washington: IMF.
8. Reimbert , M., & Reimbert, A. (1962). *Les silos agricoles et industriels*. Paris: Library of congress.
9. Sabbagha, S. (2010). *L'architecture durable*. France: Cover story.
10. Touzani, A. (2017). *énergétique du bâtiment*. France: Bureau veritas.

ARTICLES ET MEMOIRES

1. Alem, S., & Mahlous, F. (2022). Rénovation urbaine de la ville de Rouiba. Université d'Alger 1.
2. Dahli, A. (2021). Centre de recherche scientifique. Université Ferhat Abbes de Sétif.
3. Hacini, S. (2016). Etude du comportement d'un silo métallique sous sollicitations dynamiques. Université El-Hadj Akhdar Batna.
4. Djeha, I. (2018). Vers une réconciliation ville-nature à Rouiba. Ecole national supérieur d'architecture et d'urbanisme.
5. Internationale, A. J. (1990). *L'étude du plan de base sur le projet de réalisation des infrastructures de stockage des céréales*. Royaume du Maroc: Jica Library.

6. Kellou, R. (2008). Analyse du marché Algérien du blé dur et les opportunités d'exportation pour les céréaliers français dans le cadre du pôle de compétitivité-quali-méditerranéen. Centre international des hauts études agronomiques méditerranéennes.
7. Mekid Sabia, & Talhi, N. (2018). Agriculture de montagne comme levier du développement local. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou.
8. Msilti, A., & Zirek, S. (2020). Renouvellement urbain et consolidation d'un parcours paysagère. Université de Blida.
9. Khimda, N. (2014). Etude et vérification d'un silo métallique. Université de Blida 1.
10. Fourar Laidi, N. (2019). Cité mixte et complexe d'habitation pour une nouvelle ville à Rouiba. Ecole national supérieur d'architecture et d'urbanisme.
11. Snani, O. (2017). La requalification des zones d'activités mitoyennes à la ville, le cas d'étude: la ville de Rouiba. Université de Blida.
12. Matouk, S. (2019). Les procédés de conservation des céréales-le blé- et les moyens de stockage au niveau de la coopérative des céréales et des légumes secs-CCLS- de Tizi Ouzo. Université de Mouloud Mammeri de Tizi Ouzo.
13. Termeche, M., & Rabiah, K. (2019). Pour une revitalisation de l'identité agricole de la ville de Rouiba, centre de sensibilisation et de recherche à Rouiba. Université d'Alger

SITES WEB

1. Agence de la transition écologique, le recyclage, un enjeu stratégique pour l'économie, <https://expertises.ademe.fr/economie-circulaire/dechets/passer-a-laction/valorisation-matiere/dossier/recyclage/recyclage-enjeu-strategique-leconomie> consulté le 16 avril 2023
2. Algérie Presse Service, Agriculture céréalière: nécessité d'élaborer un programme de recherche dédié, <https://www.aps.dz/economie/135144-agriculture-cerealier-necessite-d-elaborer-un-programme-de-recherche-dedie> consulté le 10 décembre 2022.
3. Algérie Presse Service, Tipasa : mise en service d'un centre régional de stockage des céréales, <https://www.aps.dz/regions/97386-tipasa-mise-en-service-d-un-centre-regional-de-stockage-des-cereales> consulté le 12 décembre 2022.
4. Apprendre en Ligne, Rapport de Stage : le stockage des céréales, <https://www.clicours.com/rapport-de-stage-le-stockage-des-cereales/> consulté le 13 décembre 2022.

5. Asder, conception bioclimatique,
<https://www.asder.asso.fr/conception-bioclimatique/> consulté le 20 mars 2023
6. Christian Martinaud, ma maison bioclimatique,
<http://mamaisonbioclimatique.blogspot.com/p/isolation-et-inertie.html> consulté le 21 mars 2023.
7. Don Foley, In the event of global disaster, the ultimate crop backup system,
<https://www.wired.com/2007/05/ff-seedbank/> consulté le 12 Avril 2023
8. Dr. Jonquille et Mr. Ail, le trésor botanique caché de la Svalbard,
<https://djma.fr/blog/jardipedia/le-tresor-botanique-cache-de-la-norvege> consulté le 26 avril 2023.
9. Econo écolo, construire une maison bioclimatique: de quoi s'agit-il,
<https://www.econo-ecolo.org/bioclimatisme/> consulté le 28 mars 2023
10. eRT2012, les principes de base d'une conception bioclimatique,
<https://www.e-rt2012.fr/explications/conception/explication-architecture-bioclimatique/> consulté le 9 avril 2023
11. Ezoic, que signifie architecture bioclimatique,
<https://lenergie-solaire.net/qu-est-ce-que-energie-solaire/l-energie-solaire-passive/architecture-bioclimatique> consulté le 10 avril 2023
12. Futura, architecture bioclimatique: qu'est-ce que c'est,
<https://www.futura-sciences.com/maison/definitions/maison-architecture-bioclimatique-10514/> consulté le 22 avril 2023.
13. Géraldine De Mori, objectif terre: la réserve mondiale de semences du Svalbard,
https://rnc.bfmtv.com/actualites/sciences-nature/objectif-terre-la-reserve-mondiale-de-semence-du-svalbard_AV-202002270522.html consulté le 24 avril 2023.
14. Gurumed, dérèglement climatique: la réserve mondiale de semence du Svalbard commence à prendre l'eau,
<https://www.gurumed.org/2017/05/23/drglement-climatique-la-rserve-mondiale-de-semences-du-svalbard-commence-prendre-leau/> consulté le 26 avril 2023.
15. Grenoble Institut Neurosciences, Comprendre la recherche,
<https://neurosciences.univ-grenoble-alpes.fr/fr/science-pour-tous/comprendre-la-recherche/> consulté le 11 décembre 2022.
16. La rédaction de futura, plus d'un million des graines conservées au Svalbard global seed vault,
<https://www.futura-sciences.com/planete/actualites/arctique-plus-million-graines-conservees-svalbard-global-seed-vault-91856/> consulté le 5 mars 2023.
17. Le grand Nord, la réserve mondiale de graines au Svalbard,

- <https://legrandnord.org/reserve-mondiale-de-graines-au-svalbard/> consulté le 28 avril 2023
18. Md architecte, architecture bioclimatique environnement,
<https://md-architecte.com/Architecture-Bioclimatique> consulté le 29 avril 2023.
 19. Melissa Demers, les principes de base d'une conception bioclimatique,
<https://immoeco.ca/principes-de-base-conception-bioclimatique/> consulté le 6 avril 2023
 20. Mon petit coin vert, la réserve mondiale de Svalbard,
<https://permacool.fr/blog/la-reserve-mondiale-de-semences-du-svalbard/> consulté le 25 avril 2023
 21. Nicolas Laplume, Le mystérieux bunker de graines de Svalbard livre ses secrets dans une visite virtuelle
<https://ww.sudouest.fr/economie/agriculture/le-mysterieux-bunker-de-graines-de-svalbard-livre-ses-secrets-dans-une-visite-virtuelle-14338624.php> consulté le 1 mars 2023
 22. Olcea, Analyse sur Oléagineux et céréales,
<https://laboratoire-olcea.fr/> consulté le 3 décembre 2022.
 23. Qualitel, construire une maison bioclimatique: conception, fonctionnement, avantages et inconvénients,
<https://www.qualitel.org/particuliers/faire-construire-maison/maison-bioclimatique> consulté le 15 avril 2023.
 24. Salima Ettouhria, Développement de la filière céréalière: « une stratégie nécessaire »,
<https://www.elmoudjahid.dz/fr/economie/developpement-de-la-filiere-cerealiere-une-strategie-necessaire-188020> consulté le 12 décembre 2022.
 25. Salim Abdenour, Banque nationale de semences : une question de souveraineté nationale,
<https://lasentinelles.dz/index.php/2022/08/16/banque-nationale-des-semences-une-question-de-souverainete-nationale/> consulté le 10 décembre 2022.
 26. Stéphane Vedrenne, serre de Romainville: bon sens paysan? Bon sens politique?,
<https://chroniques-architecture.com/serre-de-romainville-bon-sens-paysan-ou-bon-sens-politique/>, consulté le 25 avril 2023.
 27. Tayab Benouaaz, stratégie de l'éclairage naturel,
https://www.researchgate.net/figure/Strategies-de-leclairage-naturel_fig2_327562315 consulté le 25 mars 2023
 28. Tout sur l'isolation, Quels sont les grands principes d'une maison bioclimatique ? Quelles règles respecter dans sa conception?,
<https://www.toutsurlisolation.com/maison-bioclimatique> consulté le 29 mars 2023

29. Tony Peterson, Norvège un congélateur qui pourrait sauvé le monde,
<https://www.courrierinternational.com/article/2008/02/25/un-congelateur-qui-pourrait-sauver-le-monde> consulté le 27 avril 2023
30. Wikipédia, silo (stockage),
[https://fr.wikipedia.org/wiki/Silo_\(stockage\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Silo_(stockage)) consulté le 14 décembre 2022.
31. Wiki and, réserve mondiale de semences du Svalbard,
https://www.wikiwand.com/fr/R%C3%A9serve_mondiale_de_semences_du_Svalbard
consulté le 25 avril 2023

ANNEX 01: LES VISITES ET LES ENTRETIENS EFFECTUES

Avant tout entretien, une série de questions se prépare. Des questions qui sont liées directement au thème, au site, et aux réglementations, Parmi eux :

1. Qu'elle est la différence entre un centre de développement et préservation des céréales et une banque de grains?
2. Quelle est l'échelle de l'équipement qui va avec notre thématique ?
3. Quel est le meilleur emplacement de cet équipement ?
4. Quel sont les paramètres et les contraintes pour le choix de site ?
5. Quelle bibliographie vous pouvez nous conseiller ?
6. Est-ce qu'il y a des exemples, documents graphiques et écrits (POS, PDAU, etc.) ?
7. Quelles sont les lois ou les réglementations qui gèrent l'implantation et la réalisation de l'équipement ? D'où pouvons-nous les récupérer?
8. Quel est les contraintes qu'on doit les prendre en considération dans la réalisation de notre projet?
9. Est-ce qu'il y a des perspectives (des propositions futures) à propos de notre thématique ?
10. Comment pouvons-nous réussir à réaliser notre projet (conseils généraux)?

La première visite c'était le 02 novembre 2022 à l'institut de technologie et moyen agricole spécialisé en agriculture de montagne à Boukhalfa, wilaya de Tizi Ouzo (ITMAS). Notre rencontre était avec madame Medjaz dahbia, chef d'exploitation et ingénieur d'état en production végétale, madame Akili assia, responsable d'atelier et ingénieur d'état en protection végétale et madame Lamine ourdia qui est le responsable pédagogique. Nous avons eu des orientations générales sur le choix de site d'implantation et l'échelle de rayonnement du projet, soit régional on choisissant les régions spécialisés dans la production des céréales et soit national par exemple la wilaya d'Alger dans les zones industrielles ou bien les hautes plateaux (Madjaz, 2022). Nous avons eu aussi des orientations sur le programme. Les entités principales dans un centre qui fait de la recherche sont les laboratoires, les espaces d'exploitation et de pratique (terrain vierge, une serre, etc.) et pour les bien être des utilisateurs et des usagers on doit avoir des espaces de consommations, de détente, etc. (Akili, 2022). La deuxième visite à lieu le 03 novembre 2022 dans l'école nationale supérieure agronomique à El-Harrach, wilaya d'Alger (ENSA). Nous avons consulté plusieurs documents au niveau de la bibliothèque citant à titre d'exemple (Bouldjedre, 1990, étude des infrastructures de stockage des céréales).

Ensuite, le 06 novembre 2022 on était à l'institut national de la recherche agronomique à El-Harrach, wilaya d'Alger (INRA). Notre rencontre était avec une chercheuse dans le domaine des plantes médicinales, madame Fdjer zineb. Nous avons eu des orientations sur la thématique. Notre question c'était sur comment peut-on minimiser les crises alimentaires dus au manque de la production agricole. La réponse c'était à travers un équipement qui a pour objectif le développement de domaine pour avoir de la qualité et de la quantité ainsi que la préservation de ce qu'on n'a.

Le 06 novembre 2022 on était aussi à l'institut technologique des grandes cultures à El-Harrach, wilaya d'Alger (ITGC). L'entretien est effectué avec le chef de département de l'ITGC, madame Madani Mouna. Nous avons eu des orientations générales concernant les organismes qui peuvent nous servir à collecter les informations sur notre thème à savoir les coopératifs agricoles des céréales et des légumes secs(CCLS).

Pour cela, on était dirigé, le 08 novembre 2022, vers le coopératif agricole des céréales et des légumes secs à Draa Ben Khada, wilaya de Tizi ouzo (CCLS). Notre rencontre c'était avec le sous-directeur motoculture, monsieur Amala abde el Hakim. Il nous a orientés sur les espaces nécessaires qu'on doit voir dans notre équipement à savoir l'administration, finance et comptabilité, service qualité, service responsable de semence et de l'appui à la production, service technique avec le guichet unique, le contrôleur, sécurité, nettoyage et maintenance.

Nous avons rendu visite aussi à la direction de l'agriculture de la wilaya de Tizi ouzo le 08 novembre 2022. Nous avons effectué un entretien avec le chef de service statistique monsieur Khefache ali qui nous a donnés des orientations sur la thématique. A l'échelle régional un centre de collecte des céréales c'est mieux, le meilleur emplacement c'est à Draa El Mizan, wilaya de Tizi ouzo. Le choix est porté sur cette région pour plusieurs raisons. D'abord, c'est une zone agricole cultivé qui présente 50 % de la production des céréales au niveau de la wilaya. Aussi, le manque des infrastructures de stockage à ce niveau-là et pour ainsi encourager les agriculteurs à augmenter la production. Passant à l'échelle national où on peut réaliser une banque ou bien un centre de préservation et de développement des céréales. Encore, pour avoir la capacité de stockage ainsi que l'emplacement, nous avons les statistiques de la production et de la consommation qu'on doit prendre en considération, un diagnostic sur les lieux où il y'a un manque des infrastructures de stockage. Concernant les statistiques, les principes qu'on doit prendre en considération sont la quantité de la production à l'échelle régionale ou nationale, chaque peuple consomme environ 700 à 800 quintaux qu'est l'équivalent de 36800 quintaux pour 46 millions personnes chaque année. En outre, nous avons environ 40 à 50% production national et 50 à 55% importation, c'est une autre problématique. Nous devons alors augmenter la productivité de 50%, alors, la capacité de stockage doit être aussi augmenté (18400 quintaux de plus pour une année). Les espaces de stockage et de préservation doivent être au moins suffisants pour 10 ans, ce qui est équivalent à 368000 quintaux au minimum. De plus, nous

avons parlé sur les raisons du déclin de ce domaine dont les principales causes sont la non exploitation de la richesse nationale en eau et en terre agricole, le manque de moyens logistiques et techniques ainsi que l'absence des personnes compétents dans ce domaine (agronome, contrôleur, ingénieur, phytosanitaire, etc.).

On était aussi le 08 novembre 2022 à la direction d'urbanisme et de la construction (la DUC) ainsi que la direction de l'environnement (DDE) de la wilaya de Tizi ouzo. Notre première rencontre était avec le chef de bureau des instruments d'urbanisme, monsieur Hatem Rachid qui nous a informé qu'il y'a pas une réglementation spéciale pour un centre de développement et de préservation des céréales vu qu'il s'agit d'un nouveau équipement qui n'est pas encore classé dans la liste classique des équipements. La deuxième rencontre était avec un cadre administrateur qui nous a orientés vers des règlements complémentaires qui peuvent nous servir dans notre projet (décret exécutif n°07-144 du 02 Joumada El Oula 1428 correspondant au 19 mai 2007, 2126 p54 et 2214 p56).

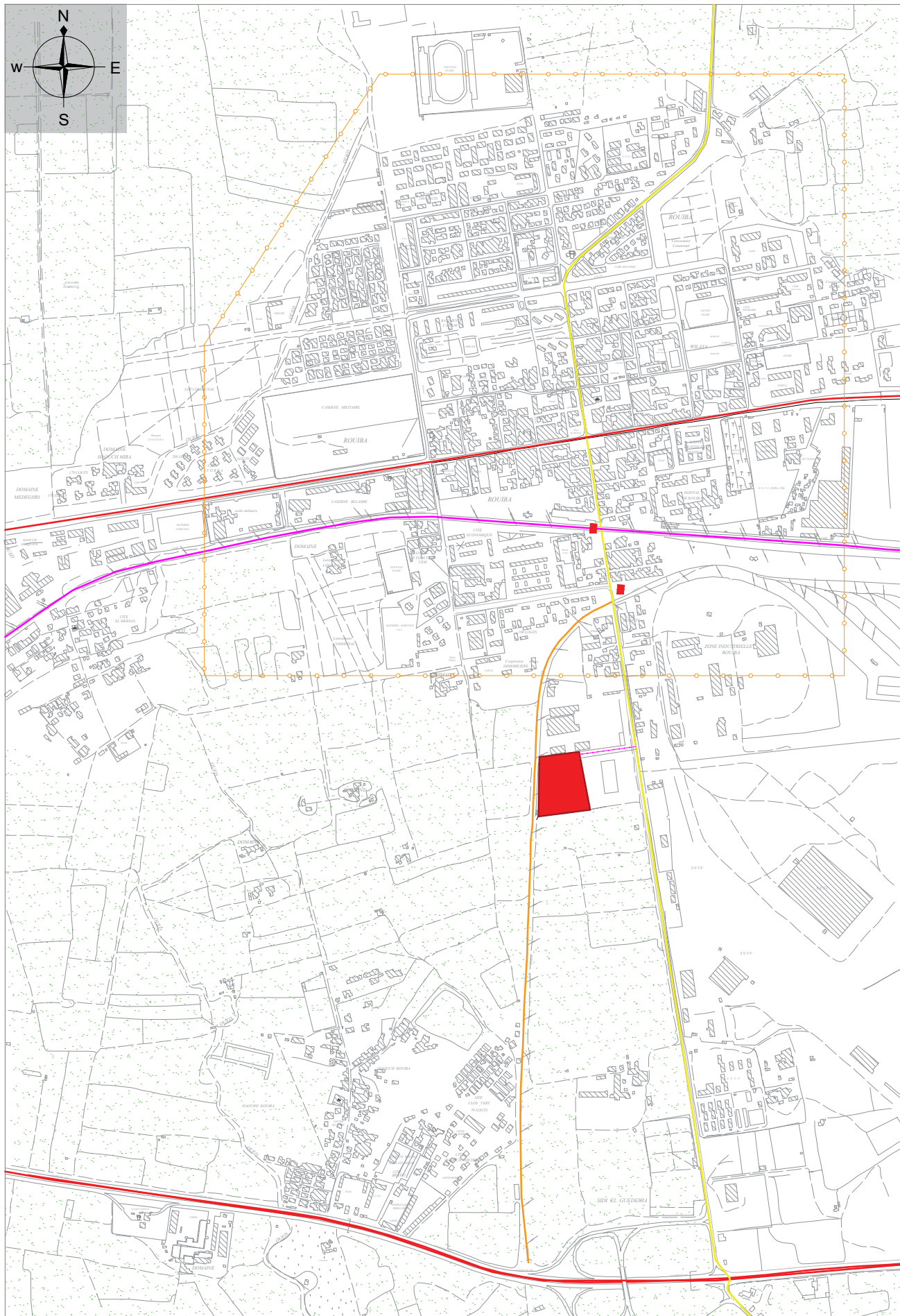
La dernière visite était à l'office Algérien interprofessionnel des céréales à Rouïba (l'OAIC), wilaya d'Alger. Notre rencontre était avec monsieur Guerras Abdelkader, un cadre administratif. Nous avons eu des détails sur les espaces contenus dans l'administration qui gère l'entité de préservation et de stockage des céréales citant le bureau chef de site dont la fonction est de contrôler la sécurité de l'équipement (hygiène et sécurité), le bureau d'exploitation qui est destiné aux parcs roulants, il suit les camions seulement. Nous avons aussi le bureau de l'administration qui s'occupe de demande de congé, la réduction des rapports, demande d'achat, constat d'accident de travail ainsi qu'un bureau de chef d'unité dont la fonction est de gérer l'équipement, le bureau matière dont le rôle est la comptabilité matière avec le calcul de la quantité de céréales à l'entrée et à la sortie. De plus, le secrétariat qui s'occupe de la réception et l'enregistrement des courriers, le bureau d'archive, le bureau bascule qui s'occupe de bande de sortie, acquis de laisser sortie et le calcul du poids de camion avant et après le chargement des céréales. A l'intérieur des silos on trouve des machines et des appareils qui s'occupent de la ventilation. Entre deux silos y'a un hangar pour le stockage des légumes secs destinés au militaire où on trouve à l'intérieur le bureau de spécialiste de dégrillage dont la fonction est de contrôler la qualité des céréales et les traiter.

ANNEXE 02: LES RÉGLEMENTATIONS

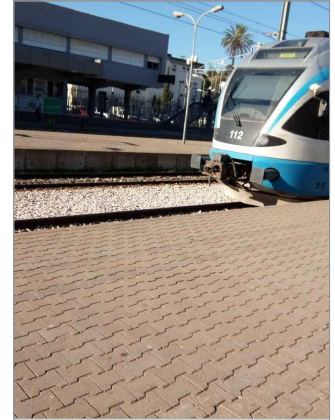
54	JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 34					5 Joumada El Oula 1428 22 mai 2007	
ANNEXE (Suite)							
N° de la rubrique	Désignation de l'activité	Type d'autorisation	Rayon d'affichage (Km)	Etude d'impact	Etude de danger	Notice d'impact	Rapport sur les produits dangereux
	Activité agricole						
2122	Champignons de souche (mise en place de la culture et/ou production de)	D					
2123	Engrais et supports de culture (Fabrication à partir de matières organiques)						
	Lorsque la capacité de production est :						
	1. Supérieure ou égale à 10 t/j	APAPC	3			x	x
	2. Inférieure à 10 t/j	D					
2124	Engrais liquide (Dépôts d')						
	En récipients de capacité unitaire supérieure ou égale à 3 000 l, lorsque la capacité totale est :						
	1. Supérieure ou égale à 500 m³	AW	1	x	x		
	2. Supérieure à 100 m³ mais inférieure à 500 m³	APAPC	0,5			x	x
	3. Inférieure à 100m³.	D					
	Engrais (dépôts d') (voir 2125)						
2125	Fumier, engrais et supports de culture (Dépôts de) renfermant des matières organiques et n'étant pas l'annexe d'une exploitation agricole,						
	1. Le dépôt étant supérieur à 200 m³	AW	1	x	x		
	2. Le dépôt étant inférieur à 200 m³	APAPC	0,5			x	x
	Poudrettes						
	1. Fabrication (voir 2123)						
	2. Dépôts (voir 2124)						
2126	Silos et installations de stockage de céréales, grains, produits alimentaires ou tout produit organique dégageant des poussières inflammables						
	1. En silos ou installations de stockage :						
	a) Si le volume total de stockage est supérieur à 15 000 m³	AM	3	x	x		
	b) Si le volume total de stockage est supérieur à 5 000 m³, mais inférieur ou égal à 15 000 m³	AW	1	x	x		
	2. Sous structure gonflable ou tente :						
	a) Si le volume total de la structure gonflable ou de la tente est supérieur à 100 000 m³	AW	3	x	x		
	b) Si le volume total de la structure gonflable ou de la tente est supérieur à 10 000 m³, mais inférieur ou égal à 100 000 m³	APAPC	1			x	x

ANNEXE (Suite)

N° de la rubrique	Désignation de l'activité	Type d'autorisation	Rayon d'affichage (Km)	Etude d'impact	Etude de danger	Notice d'impact	Rapport sur les produits dangereux
2213	Alcools de bouche d'origine agricole, eaux-de-vie et liqueurs (stockage des)						
	Lorsque la quantité stockée de produits dont le titre alcoométrique volumique est supérieure à 40 %, susceptible d'être présente est :						
	1. Supérieure ou égale à 50 000 t	AM	4	x	x		
	2. Supérieure ou égale à 500m ³	AW	2	x	x		
	3. Supérieure ou égale à 50 m ³	APAPC	0,5			x	x
2214	Alimentaires (Préparation ou conservation de produits) d'origine végétale, par cuisson, appertisation, surgélation, congélation, lyophilisation, déshydratation, torréfaction, etc... ; à l'exclusion du sucre, de la fécule, du malt, des huiles, et des aliments pour le bétail, mais y compris les ateliers de maturation de fruits et légumes						
	La quantité de produits entrant étant :						
	1. Supérieure à 10 t/j	AW	1	x	x		
	2. Supérieure à 2 t/j, mais inférieure ou égale à 10 t/j	APAPC	0,5			x	x
	3. Inférieure ou égale à 2 t/j	D					
2215	Alimentaires (Préparation ou conservation de produits) d'origine animale, par découpage, cuisson, appertisation, surgélation, congélation, lyophilisation, déshydratation, salage, séchage, saurage, enfumage, etc..., à l'exclusion des produits issus du lait et des corps gras, mais y compris les aliments pour les animaux de compagnie						
	La quantité de produits entrant étant :						
	1. Supérieure à 2 t/j	AW	1	x	x		
	2. Supérieure à 500 kg/j, mais inférieure ou égale à 2 t/j	APAPC	0,5			x	x
	3. Inférieure ou égale à 500 kg/j	D					
	Alimentaires secs (préparation de produits) (voir 2214)						
2216	Amidonneries, féculeries	AW	1	x	x		
	Amidon grillé (fabrication de l') (voir 2222)						



RN05, 20m aller-retour EST-OUEST (auteur, 2022)



gare ferroviaire (auteur, 2022)



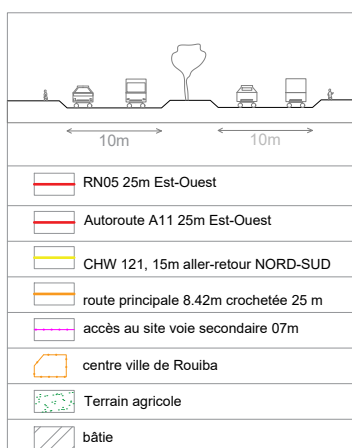
station de bus (auteur, 2022)



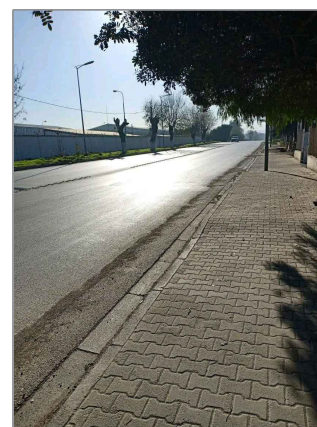
L'OAIC (auteur, 2022)

plan de situation (PDAU Alger-Rouiba, 2016) traité par l'auteur

la légende



route principale 8.42m crochétée 25 m NORD-SUD

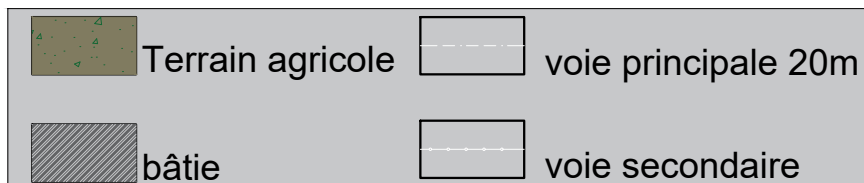
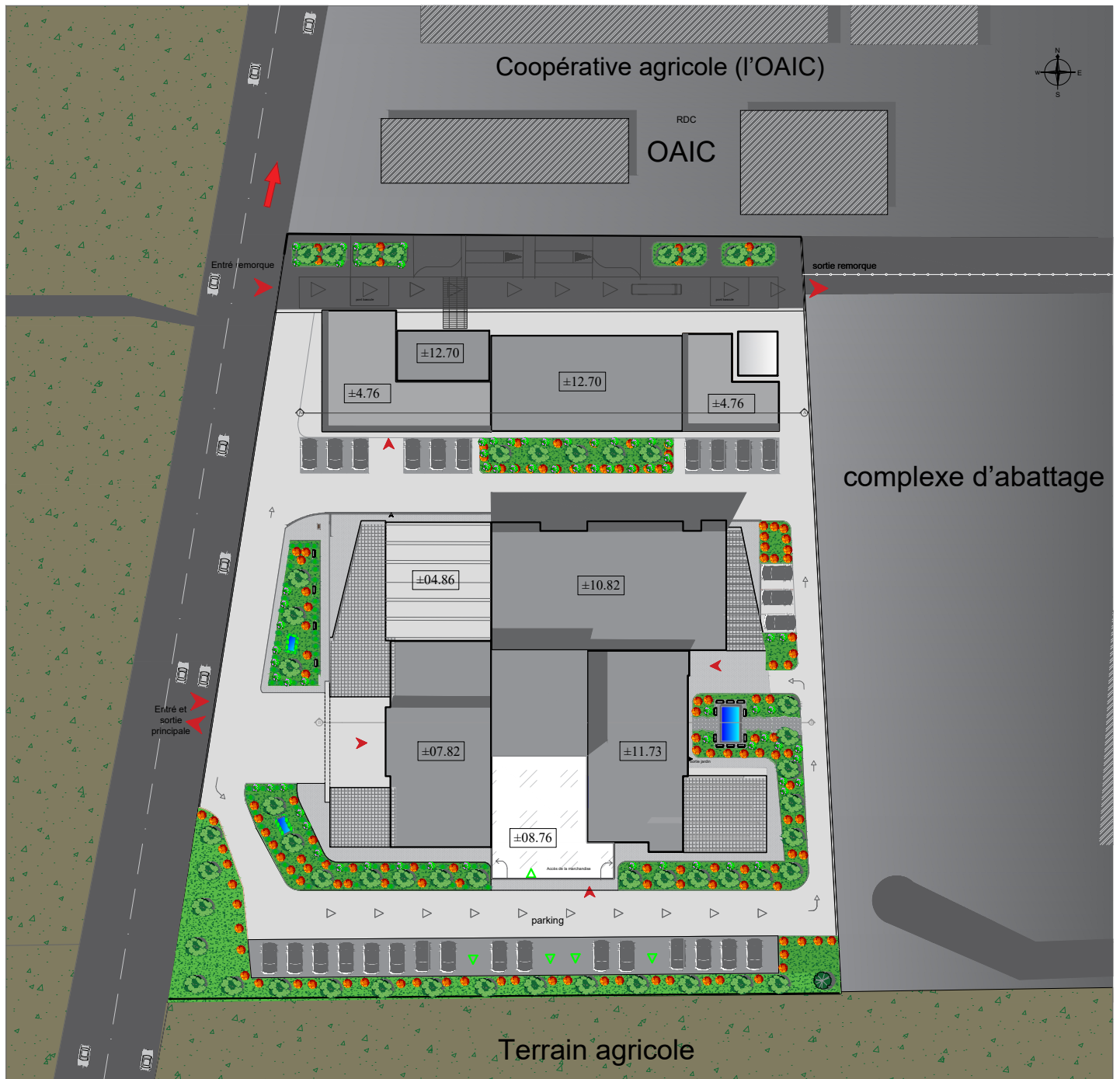


CHW 121, 15m aller-retour NORD-SUD (auteur, 2022)



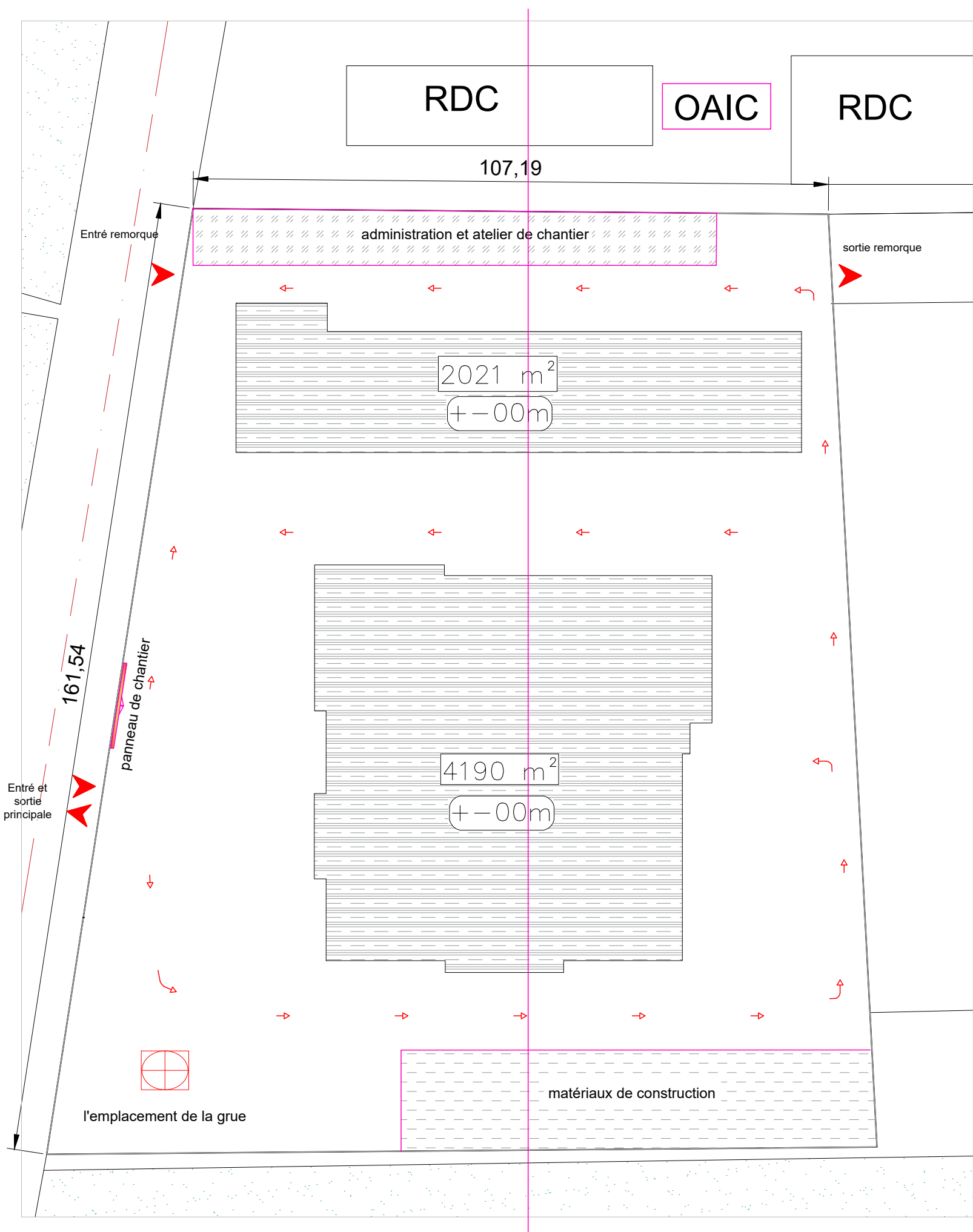
site d'intervention 19600 m² (auteur, 2022)

Plan de situation échelle 1/1000

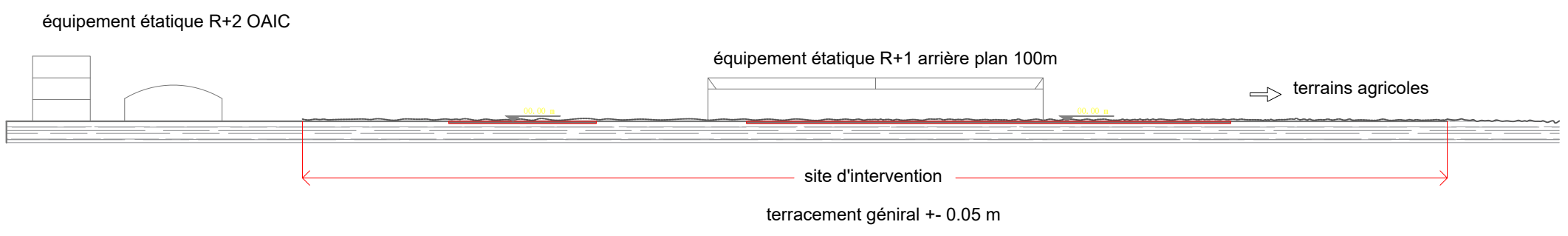


Superficie du terrain: 19600 m²
 L'emprise au sole : 6189 m²
 Le COS : 0.31, ---> 31%

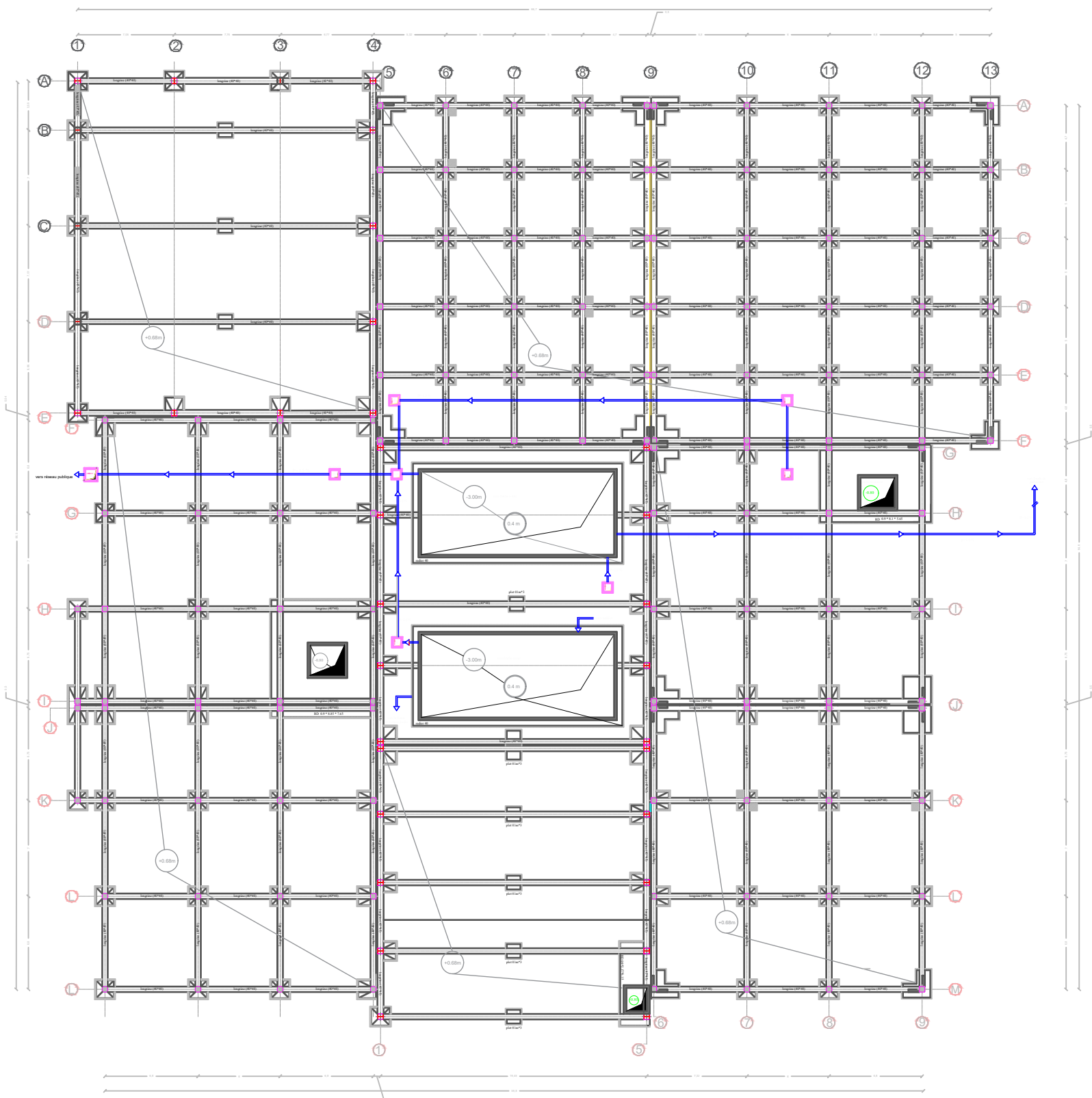
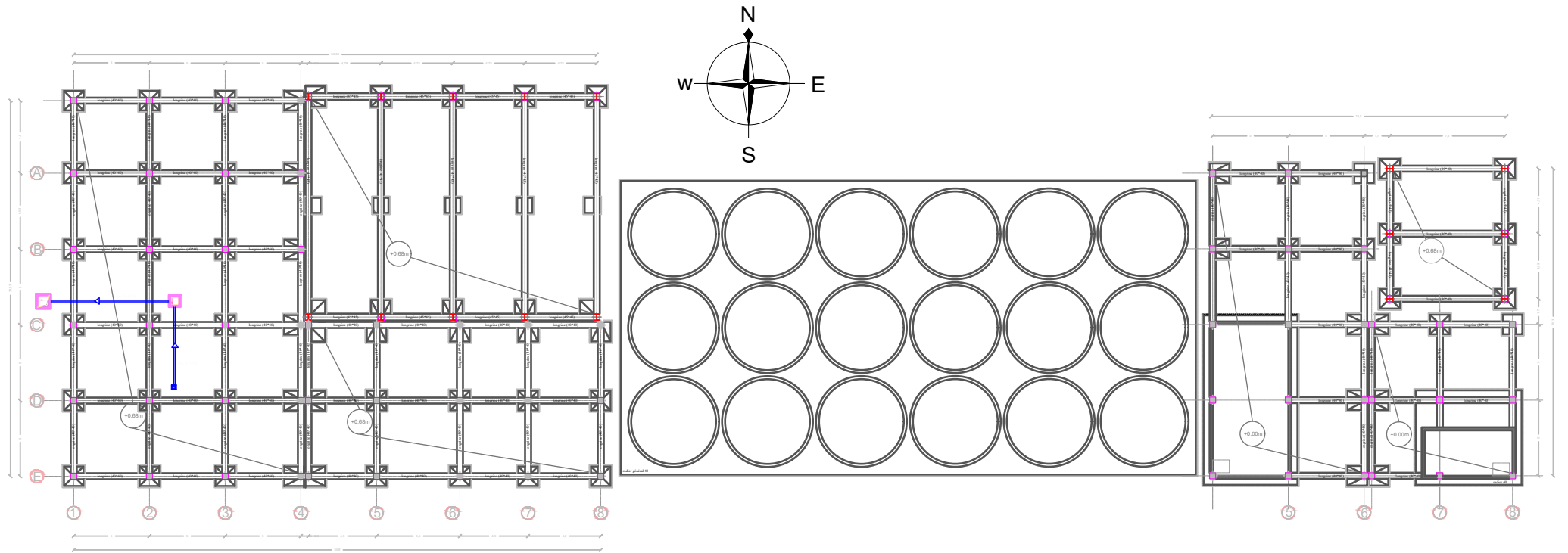
PLAN de masse échelle 1/500



plan de terrassement



profil de terrassement TT



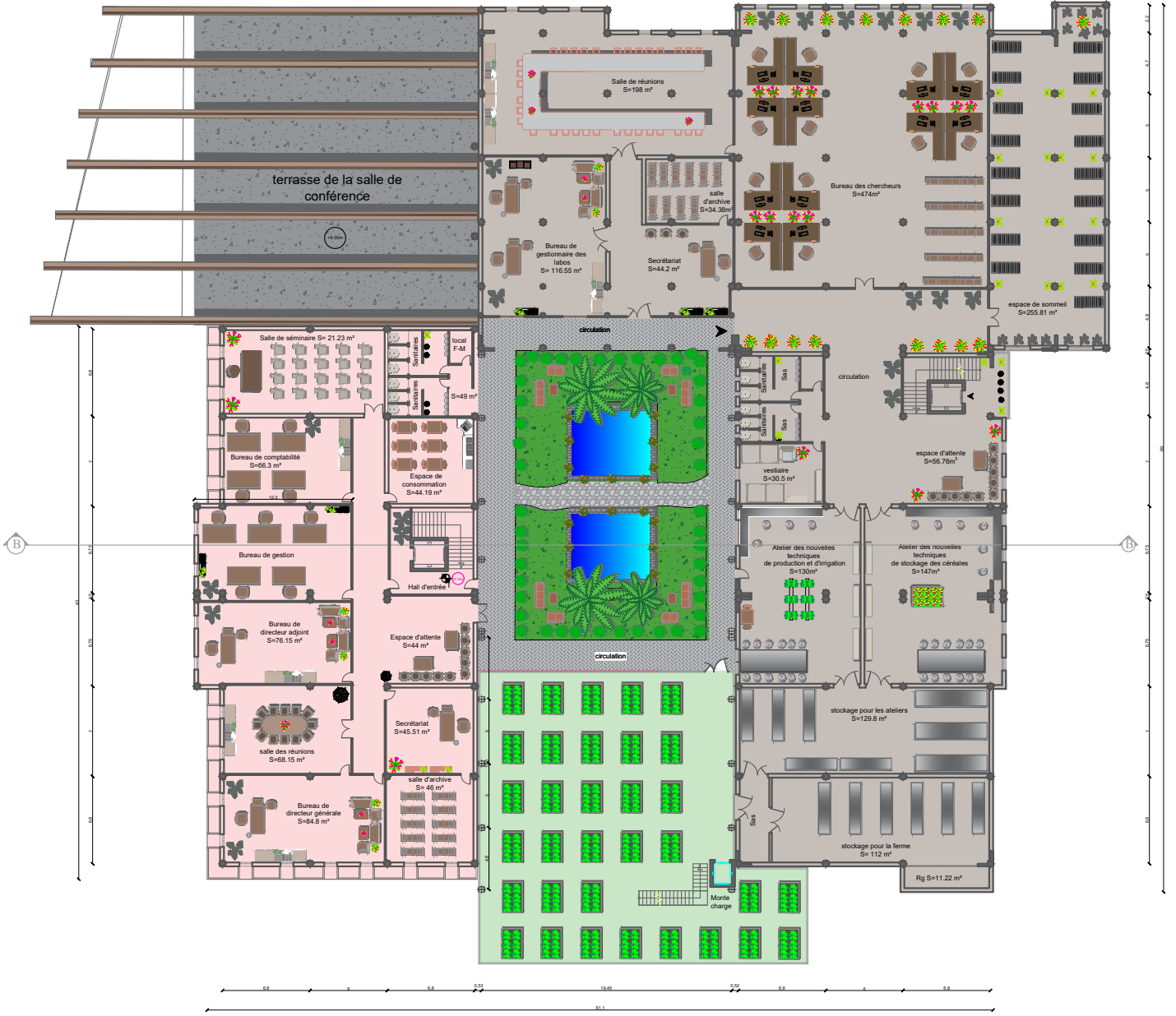
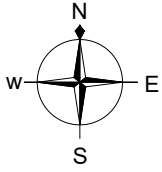
Plan de fondation échelle 1/100



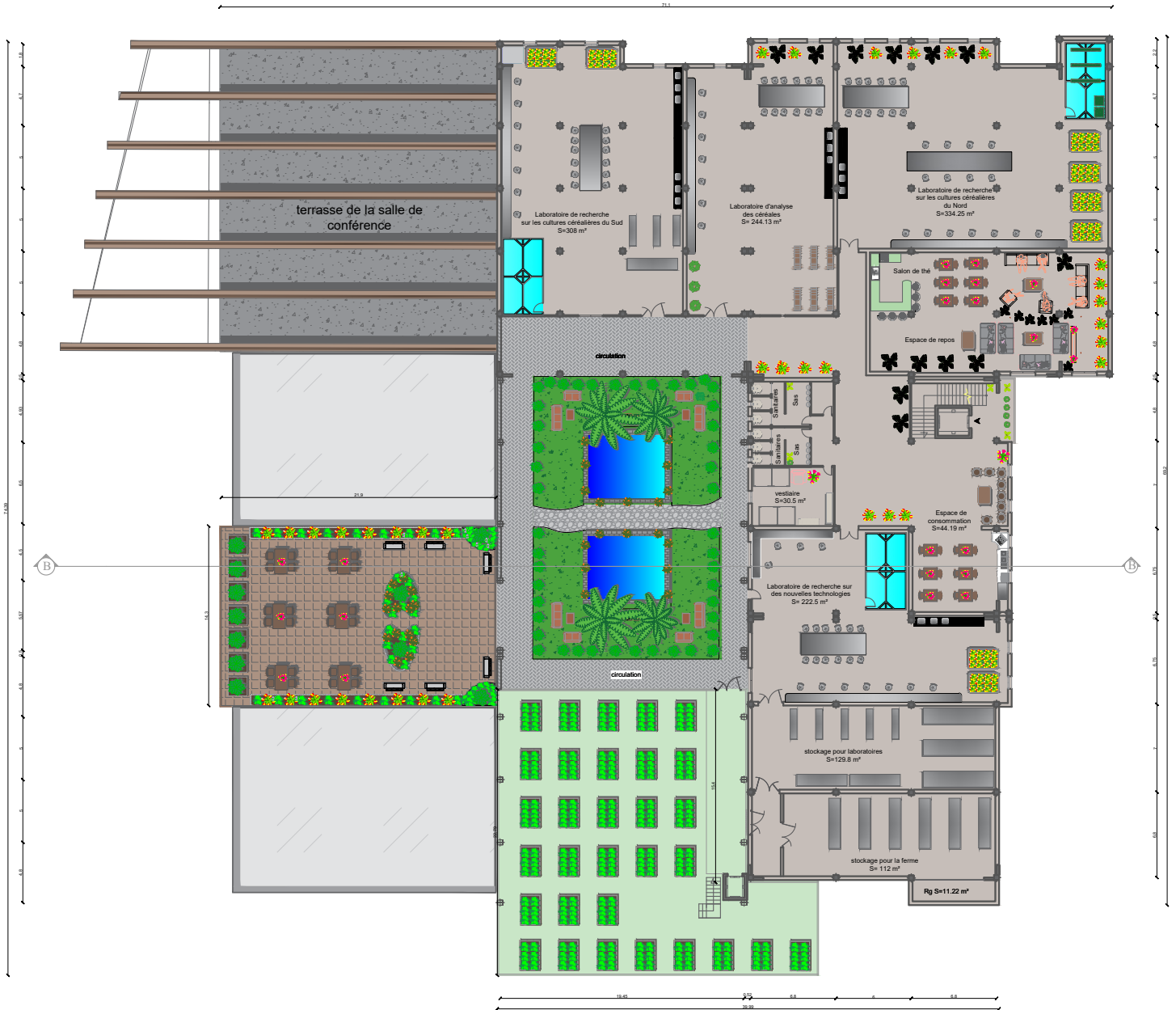
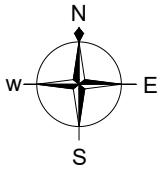
Plan d'implantation (RDC) échelle 1/100



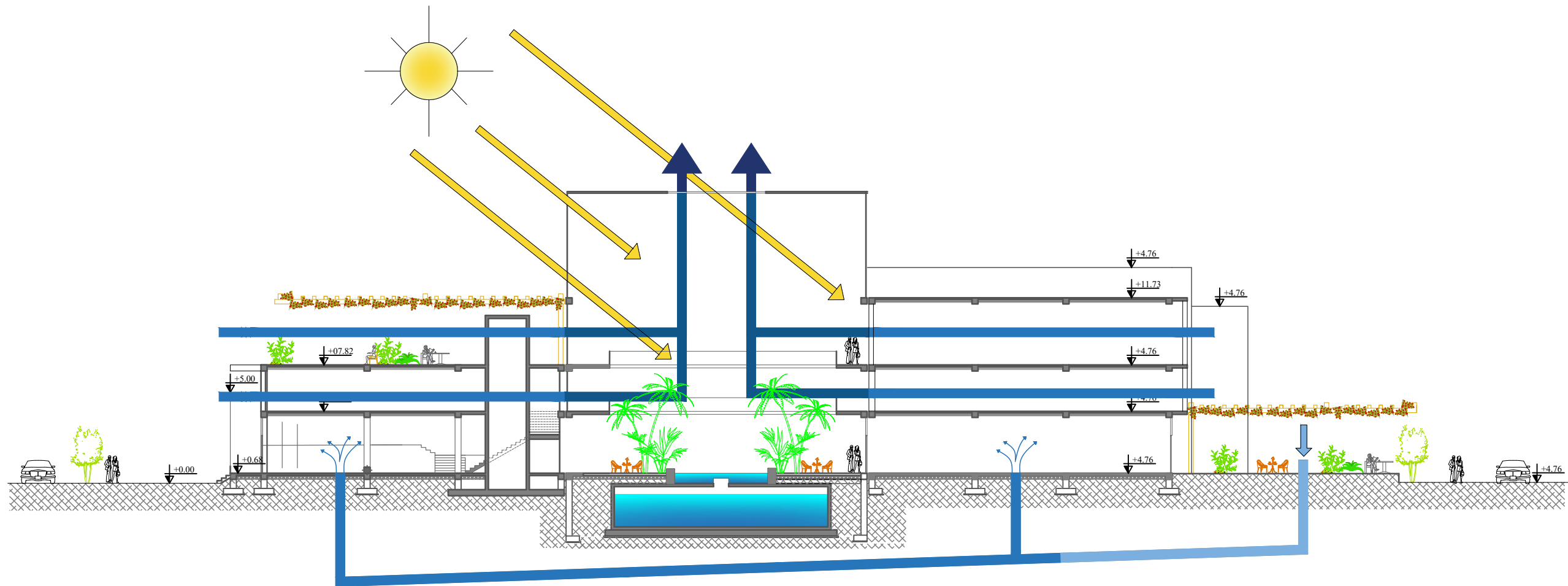
Plan d'implantation (RDC) échelle 1/100



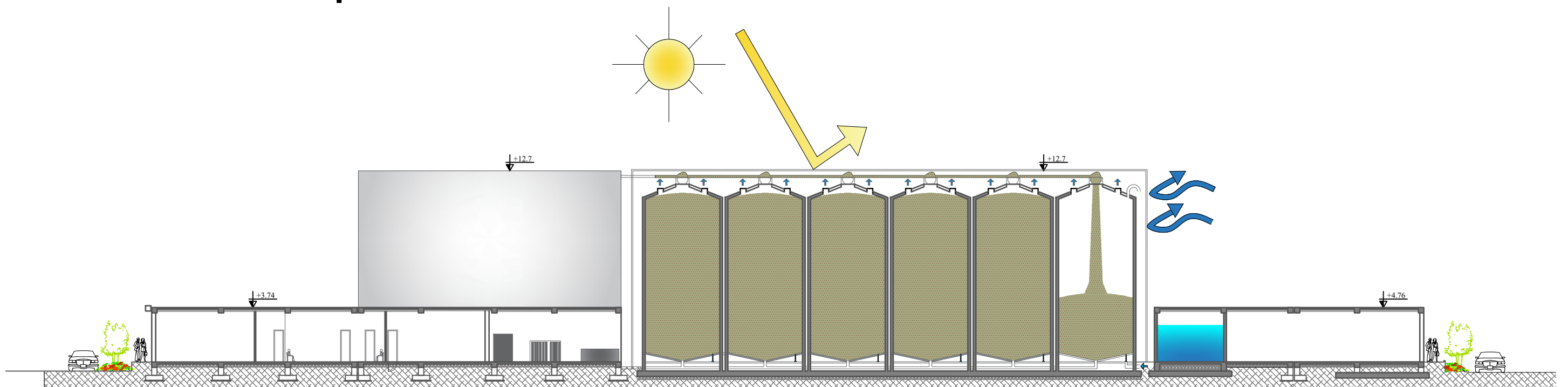
PLAN de 1er étage échelle 1/100



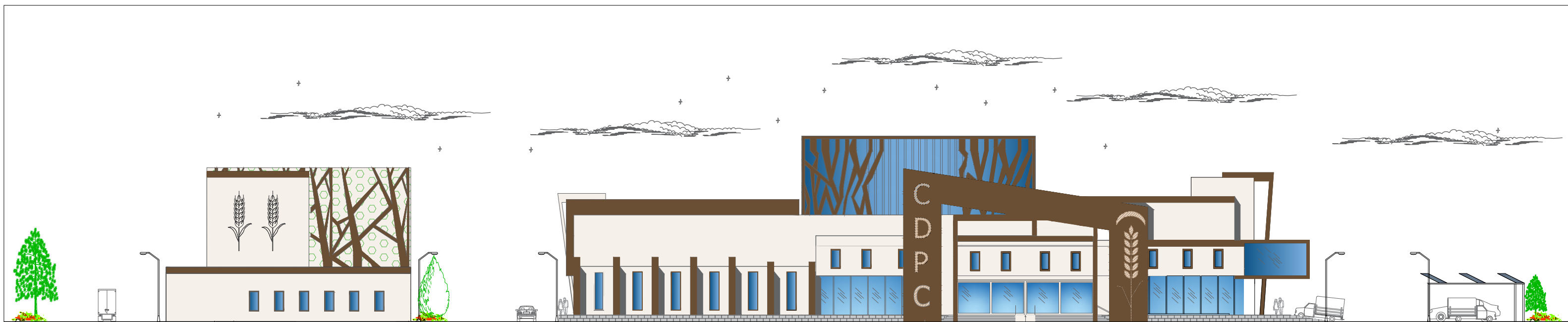
PLAN de 2eme étage échelle 1/100



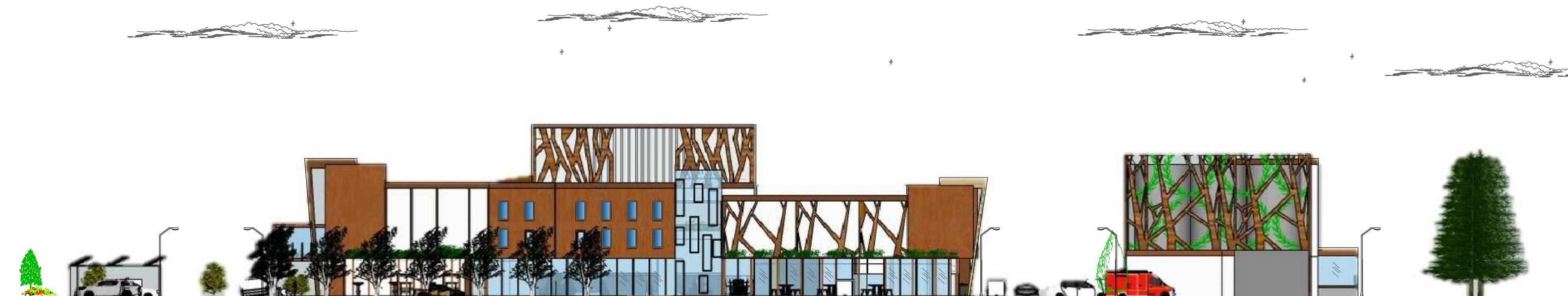
coupe B-B échelle entité recherche 1/100



coupe A-A entité préservation échelle 1/100



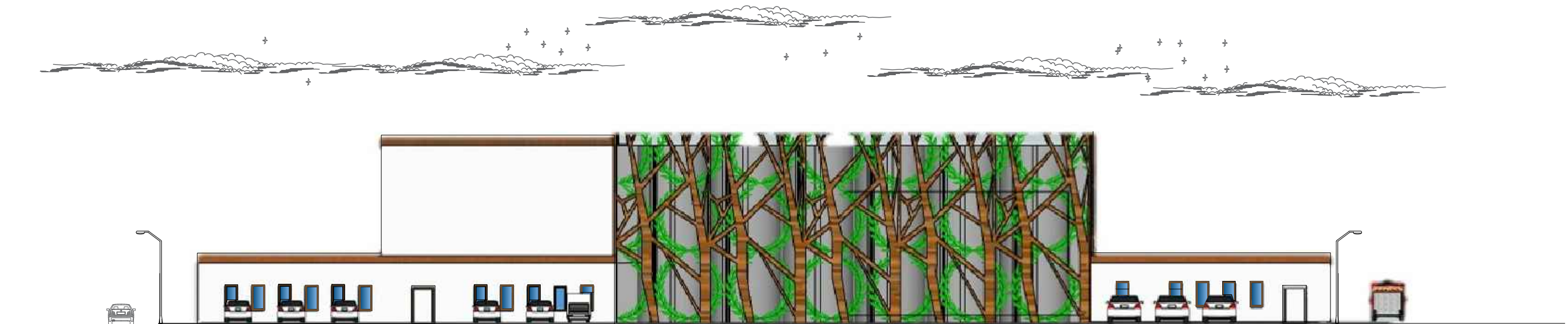
facade principale -Oueste- échelle 1/100



facade -Este- échelle 1/100



facade -Nord- entité de préservatio échelle 1/100



facade -Sude- entité de préservatio échelle 1/100



facade -Sude- entité recherche échelle 1/100



facade -Nord- entité recherche échelle 1/100