

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –

Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

Présenté pour obtention du **diplôme de MASTER.**

En : **ARCHITECTURE.**

Spécialité : **ARCHITECTURE.**

Option : **Architecture et Nouvelles Technologies.**

Par : **BOUTERA Oum Keltoum**

Sujet :

Centre d'innovation et de développement d'énergie solaire

À Sidi Bel Abbès.

Soutenu publiquement, le 10/06/2024, devant le jury composé de :

Mme SALMI Soad	MAA	Université de Tlemcen	Présidente
M KHILOUN Rachid	MAA	Université de Tlemcen	Examineur
M RAHMOUN Mohamed	MCB	Université de Tlemcen	Examineur
M CHIALI Abdessamed	MAA	Université de Tlemcen	Encadrant

Année universitaire : 2023/2024

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciements.

Tout d'abord, je remercie Dieu de m'avoir donné la volonté, la foi, la force et le courage de faire et réaliser ce travail.

Je tiens à remercier mon encadreur monsieur CHIALI Abdessamad d'avoir accepté le sujet et d'avoir guidé et suivi ce travail, je tiens à lui exprimer ma gratitude pour sa méthodologie et sa stratégie dans le développement du sujet et surtout à le remercier pour les précieux conseils que vous m'avez gentiment donnés afin de faire et de présenter le projet et le travail.

Monsieur, merci beaucoup pour chaque discours que vous nous avez donné.

Mes remerciements s'adressent également à tous ceux qui ont rendu possible ce travail, à tous nos enseignants pour leurs efforts fournis durant toute la période d'étude dans le département d'architecture de l'université de Tlemcen, ainsi que tous les étudiants.

Je tiens à remercier respectivement monsieur LOBIYED Mohamed Abdessamad.

Et tous ceux qui m'ont aidé, soutenu et encouragé dans l'accomplissement de cet humble travail.

Enfin à remercier les membres du jury : Madame SALMI Soad la présidente de jury, et les examinateurs Monsieur KHILOUN Rachid et Monsieur RAHMOUN Mohamed qui ont voulu d'examiner ce travail.

Dédicaces.

Je dédie ce modeste travail tout d'abord à notre seigneur dieu ALLAH de m'avoir donné la force et la volonté pour arriver jusque-là.

Et je dédie aussi aux êtres les plus chers au monde, mes parents à mon père Elhadj et ma mère Fatima L, pour leur soutien, leur sacrifice et leur patience.

À mes chères sœur et frères : Hayat, Mohammed, Ahmed et mon petit Younes.

A mon oncle Abdelkader F et ma tante et Assia F.

A ma grande famille BOUTERA.

A mes amis Loudjain E, Yasmin B, Rania C.

Et à mes camarades d'atelier M2 CHIALI Abdessamad et ma promo de M 2.

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

Résumé.

Le développement de l'exploitation des énergies renouvelables dans le monde devenu une race à innovation des technologies et des dispositifs plus productifs, notamment dans le domaine de l'énergie solaire pour soutenir les économies des pays et mesure leur développement. Ainsi, l'Algérie généralise le recours aux énergies renouvelables et s'efforce d'en faire une alternative aux carburants et rejoindre la révolution de l'énergie solaire donc il est nécessaire de créer sur tout le territoire du pays des laboratoires et des centres de recherche avancés et spécialisée uniquement pour cette branche des énergies.

Le projet fin d'étude inclut : site, programme quantitatif et qualitatif de projet.

Le projet proposé est un centre d'innovation et de développement de l'énergie solaire dans la wilaya de sidi bel abbès, plus précisément dans sa capitale, soutenant son économie et infrastructure présente des perspectives pour la wilaya en termes de systèmes de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique de l'université Djillali Liabes.

L'étude est basée sur l'application de la méthode de préfabrication, en raison de la rapidité d'achèvement et de la possibilité de contrôler la qualité.

Mots clés : préfabrication ; système constructif ; centre d'innovation et de développement ; énergie solaire ; SIDI BEL ABBES ...

ملخص

أصبح تطور استغلال الطاقات المتجددة في العالم سباقا لابتكار تقنيات وأجهزة أكثر إنتاجية، خاصة في مجال الطاقة الشمسية لدعم اقتصاديات الدول وقياس تطورها. وهكذا، فإن الجزائر تعمم استخدام الطاقات المتجددة وتسعى جاهدة لجعلها بديلا للوقود والانضمام إلى ثورة الطاقة الشمسية، لذلك من الضروري إنشاء مختبرات ومراكز أبحاث متقدمة ومتخصصة في جميع أنحاء البلاد فقط لهذا الفرع من الطاقة.

يتضمن مشروع نهاية الدراسة: الموقع برنامج المشروع الكمي والنوعي.

المشروع المقترح هو مركز للابتكار وتطوير الطاقة الشمسية بولاية سيدي بلعباس، وبالتحديد في عاصمتها، ودعم اقتصادها وبنيتها التحتية التي تقدم آفاقا للولاية من حيث أنظمة التعليم العالي والبحث العلمي لجامعة جلالى ليابس تعتمد الدراسة على تطبيق طريقة التصنيع المسبق، نظرا لسرعة الإنجاز وإمكانية مراقبة الجودة.

المفاتيح: التصنيع المسبق؛ نظام البناء؛ مركز الابتكار والتطوير؛ الطاقة الشمسية؛ سيدي بلعباس ...

Abstract.

The development of the exploitation of renewable energies in the world has become a race to innovate more productive technologies and devices, especially in the field of solar energy to support the economies of countries and measure their development. Thus, Algeria is generalizing the use of renewable energies and is striving to make it an alternative to fuels and join the solar energy revolution, so it is necessary to create throughout the territory of the country laboratories and advanced and specialized research centers only for this branch of energy.

The end-of-studies project includes the site, quantitative and qualitative project program.

The proposed project is a center for innovation and development of solar energy in the wilaya of Sidi Bel Abbes, more precisely in its capital, supporting its economy and infrastructure presents prospects for the wilaya in terms of Higher Education and Scientific Research systems of the Djillali Liabes University.

The study is based on the application of the prefabrication method, due to the speed of completion and the possibility of quality control.

Keywords: prefabrication; construction system; innovation and development Centre; solar energy; SIDI BEL ABBES ...

Sommaire.

Remerciements.....	II
Dédicaces.....	III
Résumé.....	IV
ملخص.....	V
Abstract.....	V
Sommaire.....	VI
Table des illustrations.....	IX
Introduction générale.....	1
Problème générale.....	2
Problématique.....	2
Hypothèses.....	2
Objectifs de la recherche.....	2
L'intérêt de la recherche.....	3
Structure du mémoire.....	3
1 Chapitre I : APPROCHE THEORIQUE : ARCHITECTURE SYSTEMIQUE : PREFABRICATION.....	4
Introduction.....	5
1.1 Définitions de préfabrication et ses notions.....	5
1.2 Histoire de préfabrication.....	6
1.3 Typologie de préfabrication.....	6
1.4 Etapes de préfabrication.....	9
1.5 Types d'installation de préfabrication.....	11
1.6 Types des éléments préfabriqués.....	12
1.7 Eléments préfabriqués.....	13
1.8 Assemblage des éléments.....	22

1.9	Structure préfabriquée.....	26
1.10	Systèmes de construction en préfabrication.....	30
1.11	Avantages et inconvénients de la préfabrication.....	33
	Conclusion.....	34
2	Chapitre II : APPROCHE THEMATIQUE : CENTRE D'INNOVATION ET DE DEVELOPPEMENT D'ENERGIE SOLAIRE.....	35
	Introduction.....	36
2.1	Thématique.....	37
2.2	Centre d'innovation et de développement.....	38
2.3	Énergie solaire.....	39
2.4	Énergie solaire en Algérie.....	40
2.5	Potentiel d'Énergie solaire en Algérie.....	41
2.6	Centrale solaire.....	42
2.7	Analyse des exemples thématiques.....	44
	Conclusion.....	57
3	Chapitre III : APPROCHE CONTEXTUELLE : ANALYSE CONTEXTE PHYSIQUE ET NATUREL DE SITE D'INTERVENTION.....	58
	Introduction.....	59
3.1	Wilaya de Sidi Bel Abbès.....	59
3.2	Ville de Sidi Bel Abbès.....	59
3.3	Caractéristiques condition climatique et naturelles.....	60
3.4	Etats existants.....	62
3.5	Projection urbaine.....	62
3.6	Site d'intervention.....	65
3.7	Analyse de site d'intervention.....	67
4	Chapitre IV : APPROCHE PROJECTION : PROGRAMMATION ET CONCEPTION.....	69
	Introduction.....	70

4.1	Programme architectural.	70
4.2	Projection architecturale.....	81
	Conclusion.	89
5	Chapitre V : APPROCHE TECHNIQUE : PROJET ET DETAIL.	90
	Introduction.	91
5.1	Gros œuvres.....	91
5.2	Circulation verticale.	93
5.3	Mur et cloison.....	94
5.4	Traitement des façades.	94
5.5	CES.....	94
5.6	VRD.	96
5.7	Equipement de centrale solaire photovoltaïque.	97
5.8	Système structurale de centrale photovoltaïque.	98
	Conclusion.	98
	Conclusion générale.	99
	Bibliographie.	XVII
	Table des matières.	XX
	Annexe : PRESENTATION GRAPHIQUE.....	XXVIII

Table des illustrations.

Figures.

Figure 1. Construction rapide et de qualité.....	7
Figure 2. BIM.	7
Figure 3. Impression 3D d'un logement.	7
Figure 4. Constructions	7
Figure 5. Chapelle rouge.	7
Figure 6. Grues engins.....	7
Figure 7. Crystal Palace.....	7
Figure 8. Installation lourde.	
Figure 9. Montage lourde d'une charpente métallique.....	8
Figure 10. Installation légère des panneaux de façade.	
Figure 11. Installation mur rideau.	9
Figure 12. Etapes de préfabrication.....	9
Figure 13. Préfabrication foraine.....	11
Figure 14. Atelier précaire.....	11
Figure 15. Préfabrication en usine.	
Figure 16. Moulage de lamellé collé en usine.	12
Figure 17. Structure du bâtiment.	12
Figure 18. Types des éléments préfabriqués.	13
Figure 19. Fondations en béton et pieux d'acier pour ossature en bois.....	13
Figure 20. Semelle de fondation préfabriquée superficielle.	
Figure 21. Fondation préfabriquée superficielle.....	14
Figure 22. Pieux préfabriqués en béton armé.	
Figure 23. Ferrailage d'un pieu préfabriqué en béton armé.	14
Figure 24. Chainages préfabriqués en béton armé.	14
Figure 25. Poteaux préfabriqués en béton armé.	14
Figure 26. Poutre préfabriquée en béton armé.	15
Figure 27. Poutre en béton précontraint.	
Figure 28. Poutre préfabriquée en béton précontraint.	15
Figure 29. Poutre Delta.....	15
Figure 30. Plancher préfabriqué.	16

Figure 31. Plancher poutrelle-entrevous.....	16
Figure 32. Plancher en prédalle.	16
Figure 33. Plancher alvéolaire.	16
Figure 34. Mur préfabriqué.	
Figure 35. Mise en œuvre des murs préfabriqué.	17
Figure 36. Escaliers préfabriqué type A.	
Figure 37. Escalier préfabriqué type B.	17
Figure 38. Murs de soutènement préfabriqués.	17
Figure 39 . Poteaux en bois lamellé-collé.	
Figure 40. Poutre en I en bois lamellé-collé.....	18
Figure 41. Panneaux en bois.	
Figure 42. Mur en bois	18
Figure 43. Escaliers préfabriqués en bois.	18
Figure 44. Poutres à treillis en bois lamellé-collé.	
Figure 45. Charpentes en bois lamellé-collé.	19
Figure 46. Murs de soutènement préfabriqués.	19
Figure 47. Revêtement métallique.	
Figure 48. Bardage métallique.	19
Figure 49. Armatures préfabriquées d'un poteau en béton.	
Figure 50. Armatures préfabriquées de fondation en béton.	20
Figure 51. Profilés métalliques.	
Figure 52. Ossature métallique.....	20
Figure 53. Escaliers métallique préfabriqué.	
Figure 54. Escalier industriel.....	20
Figure 55. Poutre POSI.....	21
Figure 56. Poutre mixte (poutre lamellé collé renforcée par acier nervurée).....	21
Figure 57. Poteau mixte.....	21
Figure 58. Plancher mixte avec connecteurs acier-béton (Dalle mixte).....	21
Figure 59. Prémur isolé est composé de deux panneaux en béton préfabriqués.	21
Figure 60. Panneaux sandwich couverture.	21
Figure 61. Clavetage poteau-poutre	
Figure 62. Clavetage poutres.	23
Figure 63. Assemblage par brochage (Poteau-poutre).	23
Figure 64. Assemblage par boulonnage.	23

Figure 65. Assemblage par jointage.	23
Figure 66. Assemblage par connecteur ou sabot.	24
Figure 67. Assemblage par Goujons collés.	24
Figure 68. Assemblage par l'encastrement.....	24
Figure 69. Assemblage par l'articulation.	24
Figure 70. Assemblage des éléments métallique par soudage.....	25
Figure 71. Boulonnage des éléments mitalliques.	25
Figure 72. Rivetage.	25
Figure 73. Types de structure préfabriquée.	26
Figure 74. Structures à ossature.....	26
Figure 75. Ossature poteau-poutre lamellé collé.	
Figure 76. Structure poteau poutre BA.....	26
Figure 77. Ossature portique lamellé collé.	
Figure 78. Ossature contreventée.	27
Figure 79. Structures spatiales.....	27
Figure 80. Structures en treillis.	27
Figure 81. Structure en acier à ossature de grille.	
Figure 82. Charpente treillis.	28
Figure 83. Structure des coques en lamellé collé.	28
Figure 84. Structures gonflables vue extérieur et vue intérieur.....	28
Figure 85. Toits tendus.	
Figure 67. Structure textile.	28
Figure 86. Structure mixte.....	29
Figure 87. Structure mixte combine l'acier et le bois lamellé collé.....	29
Figure 88. Structure hybride est formée par deux types d'ossature.	29
Figure 89. Structure hybride.....	29
Figure 90. Systèmes de construction en préfabrication.....	30
Figure 91. Types de portiques.	31
Figure 92. Panneaux en bois.	
Figure 93. Panneaux en béton.....	31
Figure 94. Modules en béton.	
Figure 95. Modules métalliques.	32
Figure 96. Table bouche.	33
Figure 97. Coffrage tunnel.....	33

Figure 98. Etudes d'emplacement des grues.	
Figure 99. Centrale à béton.....	34
Figure 100. Centre d'innovation solaire, Dubaï, EAU.....	36
Figure 101. Complexe solaire.....	36
Figure 102. Espaces de centre d'innovation solaire.	37
Figure 103. Organisation de thème.	37
Figure 104. Tableau de potentiel solaire en Algérie.....	41
Figure 105. Rayonnement dans le monde (kWh/m2 .an).....	41
Figure 106. Types d'énergie solaire.	42
Figure 107. Types des centrales solaires.	42
Figure 108. Fonctionnement d'une centrale photovoltaïque.	43
Figure 109. Chu hall ; Centre de recherche sur l'énergie solaire.	45
Figure 110. Site de Chu Hall.	45
Figure 111. Orientation et ensoleillement de Chu Hall.....	46
Figure 112. Sous-sol de Chu Hall.....	46
Figure 113. RDC de Chu Hall.	47
Figure 114. Étage de Chu Hall.	47
Figure 115. HELIOS ; nouveau siège de l'Institut National de l'Énergie Solaire (INES)..	48
Figure 116. Situation de HELIOS.	49
Figure 117. Études d'orientation et d'ensoleillement de HELIOS.....	49
Figure 118. RDC de HELIOS.....	50
Figure 119. Étages de HELIOS.....	50
Figure 120. Façade principale.	51
Figure 121. Volumétrie de HELIOS.	51
Figure 122. Forme du bâtiment et paysage urbain du parc scientifique et technologique. .	52
Figure 123. Façade mobil par lames de verre orientables.	52
Figure 124. Confort thermique de HELIOS.	53
Figure 125 . Organigramme fonctionnel.	54
Figure 126. Centrale solaire photovoltaïque El Kheneg ; Laghouat, Algérie.	54
Figure 127.Site de centrale solaire photovoltaïque.	55
Figure 128. Description de centrale photovoltaïque.....	56
Figure 129. Organigramme fonctionnel /spécial de centrale photovoltaïque.....	56
Figure 130. Organigramme fonctionnel de centrale solaire.	57
Figure 131. Willaya de Sidi Bel Abbès.	59

Figure 132. Ville de Sidi Bel Abbès.....	60
Figure 133. Climat.....	60
Figure 134. Moyenne annuelle de l'énergie reçue en Algérie.....	61
Figure 135. Relief.....	61
Figure 136. Carte de zonage sismique du territoire national.....	61
Figure 137. Trame routière de la ville.....	62
Figure 138. Projection urbaine.....	63
Figure 139. Site 1.....	64
Figure 140. Site 2.....	64
Figure 141. Relation site, thème, programme et système constructif.....	65
Figure 142. Pointes de repère.....	66
Figure 143. Visibilité.....	66
Figure 144. Lisibilité.....	67
Figure 145. Orientation.....	67
Figure 146. Topographie.....	68
Figure 147. Accessibilité.....	68
Figure 148. Etat existant.....	68
Figure 149. Réseaux divers.....	68
Figure 150. Synthèse.....	68
Figure 151. Fonctions mère de projet.....	72
Figure 152. Fonction principale.....	72
Figure 153. Laboratoire technique.....	73
Figure 154. Normes de laboratoire.....	
Figure 155. Laboratoire de recherche.....	74
Figure 156. Laboratoire électronique.....	75
Figure 157. Impression 3D.....	75
Figure 158. Salle de formation.....	75
Figure 159. Salles de classe.....	
Figure 160. Salles de classe.....	75
Figure 161. Auditorium.....	
Figure 162. Exemple d'un auditorium.....	76
Figure 163. Salle d'exposition.....	76
Figure 164. Bureau ouvert.....	76
Figure 165. Normes pour Bibliothèque.....	77

Figure 166. Composantes d'un champ de modules photovoltaïques.	77
Figure 167. Organigramme fonctionnel.	77
Figure 168. Organigramme spatial.	81
Figure 169. Décision d'accessibilité et visibilité.	82
Figure 170. Décisions d'implantation.	82
Figure 171. Organigramme spatial.	82
Figure 172. Schéma de principe.	83
Figure 173. Forme principale de bâtiment.	83
Figure 174. Division de forme bâti.	84
Figure 175. Adition d'espace logistique et projection.	84
Figure 176. Déformation pour marque l'entrée.	84
Figure 177. Emplacement des panneaux photovoltaïque.	84
Figure 178. Plan de masse.	85
Figure 179. Plan RDC.	86
Figure 180. Plan 1 ^{er} étage	87
Figure 181. Espaces humides.	87
Figure 182. 2 et 3 ^{-ème} étages.	88
Figure 183. Façade principale.	88
Figure 184. Façade secondaire.	89
Figure 185. Façade.	89
Figure 186. Fondation avec fût.	91
Figure 187. Assemblage poteau-poutre	91
Figure 188. Assemblage poteau-poutre	
Figure 189. Assemblage poutre-poutre	92
Figure 190. Plancher alvéolé.	92
Figure 191. Assemblage des plancher alvéolé.	
Figure 192. Montage plancher-poutre.	93
Figure 193. Type d'escalier utilisé.	93
Figure 194. Assemblage d'escalier.	93
Figure 195. Monte-charge.	93
Figure 196. Mur de séparation des espaces.	94
Figure 197. Mode d'assemblage de façade en béton architectonique.	94
Figure 198. Mur rideau.	94
Figure 199. Joint de structure.	95

Figure 200. Détecteur incendie.....	95
Figure 201. Panneaux sortis de secours.....	95
Figure 203. Système de traitement d'air.....	96
Figure 202. Centrale de traitement	96
Figure 204. Bâche à eau.	96
Figure 205. Gaine technique.....	97
Figure 206. Batterie.	97
Figure 207. Système photovoltaïque.	98
Figure 208. Structure de champ photovoltaïque.	
Figure 209. Boite de jonction.	98

Tableaux.

Tableau 1. Eléments préfabriqués en béton armé d'infrastructure.....	14
Tableau 2. Eléments préfabriqués en béton armé.....	15
Tableau 3. Eléments préfabriqués en béton armé.....	17
Tableau 4. Eléments préfabriqués en bois.....	19
Tableau 5. Eléments préfabriqués métalliques.....	20
Tableau 6. Éléments préfabriqués mixtes.....	21
Tableau 7. Différentes méthodes d'assemblage des éléments préfabriqués.	25
Tableau 8. Types de structure spatiale.	28
Tableau 9. Programme de base de centre d'innovation et de développement.	54
Tableau 10. Programme de base de centrale solaire photovoltaïque.	57
Tableau 11. Comparaison entre les sites.	64
Tableau 12. Analyse de site d'intervention.	68
Tableau 13. Programme spécifique de centre d'innovation.	79
Tableau 14. Programme spécifique de central solaire.....	80
Tableau 15. Programme spécifique.	80
Tableau 16. Synthèse de programme spécifique.	80
Tableau 17. Répartition des fonctions par étage.	81
Tableau 18. Décision prises de projection architecturale.....	82

Planches.

Planche 1. Histoire de préfabrication.	7
Planche 2. Eléments préfabriqués de gros œuvre en béton armé.	14
Planche 3. Eléments préfabriqués de gros œuvre en béton armé.	15
Planche 4. Eléments préfabriqués de gros œuvre en béton armé de superstructure.	16
Planche 5. Eléments préfabriqués en béton armé.	17
Planche 6. Eléments préfabriqués en bois.	18
Planche 7. Eléments préfabriqués métalliques.	19
Planche 8. Eléments préfabriqués métalliques.	20
Planche 9. Eléments préfabriqués mixtes.	21
Planche 10. Assemblage des éléments en béton armé.	23
Planche 11. Assemblage de éléments préfabriqués.	24
Planche 12. Assemblage des éléments préfabriqués métalliques.	25
Planche 13. Types de structure spatiale.	28
Planche 14. Comparaison entre les sites.	64
Planche 15. Analyse de site d'intervention.	68
Planche 16. Programme spécifique de centre d'innovation.	78
Planche 17. Programme spécifique de centre d'innovation.	79
Planche 18. Programme spécifique.	80
Planche 19. Projection architecturale.	82

Introduction générale.

Algérie est riche, non seulement en hydrocarbures, le plus grand soutien d'économie nationale, mais aussi en énergie solaire qu'elle reçoit tout au long de l'année, pendant une période dépassant les 3000 heures/année dans certaines régions du sud.

Les forums internationaux dénonçant le réchauffement climatique et effet de serre auxquels l'Algérie a déjà participé, alors La tendance politique algérien devenu plus responsable de l'environnement, l'a fait dépendre des énergies renouvelables comme énergie respectueuses de de l'environnement notamment l'énergie photovoltaïque, si bien que gouvernement algérien a accordé permis de construction pour 4000 central solaire photovoltaïque pour répondre à la demande croissante en énergie et diffuses énergie photovoltaïque partout sans limiter aux central solaire mais s'étendant plutôt à des immenses œuvre comme l'aéroport d'Oran qu'il est basé sur le principe de l'autoconsommation.

La recherche scientifique est le moteur de l'économie nationale à tous les niveaux et pour faire bon usage de cette richesse et pour rattraper le retard du développement de la production d'électricité propre, nous avons proposé le projet qui inclut en son sein les laboratoires de recherches et développement de l'énergie solaire et de moyens et dispositifs plus utiles et plus productifs qui augmentent et améliorent le captage des rayons solaires, le stockage et distribution.

Centre d'innovation et de développement d'énergie solaire sera un forum pour les chercheurs et les développeurs pour assurer l'innovation, il y aura laboratoires techniques dotés d'équipements avancés et ont plus bénéfiques, ce sera un bâtiment et lieu d'application pratique et des expériences scientifiques, pour garantir qu'il deviendra un point de repère de la ville il comprendra une centrale solaire pour alimentation le centre en énergie électrique et bien sûr l'énergie surplus vendre par le centre pour le récupérer comme budget des recherches et des innovations.

La préfabrication est la technique de construction adoptée pour construire ce projet du début à la fin pour assurer une construction rapide et durable, plus de ça c'est une technique innovante intègre avec notre thématique.

Problème générale.

L'étendue de Algérie et sa situation géographique la rendent exposée à une énorme source de rayonnement solaire, l'énergie solaire considérée comme la mère des énergies renouvelables et la plus abondante. Pourquoi ne l'exploiter pas dans divers domaines sans la privatiser uniquement dans les centrales solaires ou les gros œuvres auto-consommateurs de l'échelle internationale ? alors pourquoi ne le généraliser pas à l'ensemble du pays sans l'attribuer uniquement aux régions sud et désertique de l'Algérie ?

Problématique.

Pour soutenir l'économie nationale et réduire les émissions de gaz à effet de serre, la solution est de s'appuyer sur l'énergie solaire comme alternative au carburant, donc il faut développer des moyens de l'exploitation, c'est pourquoi on a proposé le projet de centre d'innovation et de développement d'énergie solaire, donc les questions posées sont :

Comment construire un centre d'innovation et de développement d'énergie solaire auto-consommateur ou l'alimenter via mini centrale solaire photovoltaïque qu'elle produit et stocke de l'électricité afin de vendre pour couvrir les dépenses de recherche d'expérimentation, d'équipement ? comment combiner toutes les fonctions suivantes : recherche, production, stockage et vente dans un seul espace intégré et harmonieux ? comment construire le centre d'innovation et ses installations en appliquant la technique de préfabrication ?

Hypothèses.

- ✓ Développer la recherche et l'innovation dans le secteur de l'énergie solaire en Algérie, pour suivre le rythme de la révolution mondiale de l'énergie propre.
- ✓ Qualifier l'expertise, les sous-traitants, la main d'œuvre et les techniciens spécialisés dans le domaine de l'énergie solaire, pour dynamiser l'économie algérienne.
- ✓ Utilisation d'un système de construction préfabriqué.
- ✓ Investir dans les domaines de la recherche scientifique et industrielle pour renforcer l'infrastructure de la ville de Sidi Bel Abbès.

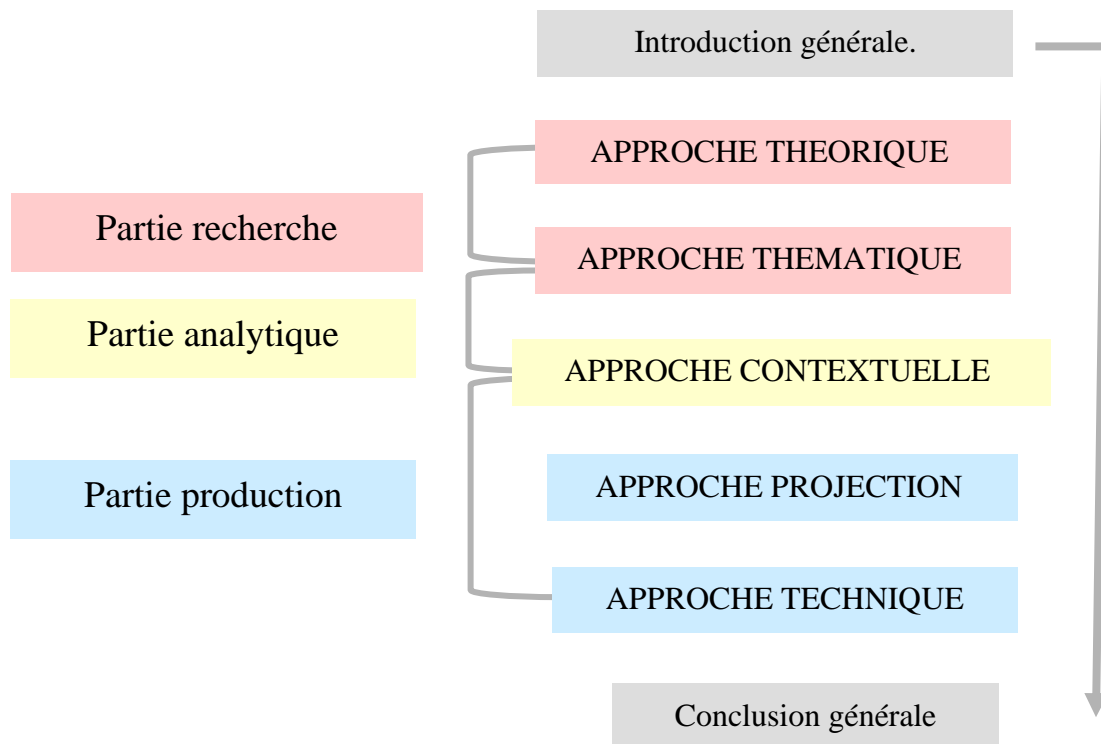
Objectifs de la recherche.

- ✓ Construction un bâtiment auto-consommateur, de fonction mère d'innovation à l'énergie solaire.
- ✓ Application de construction en préfabriqué dans ensemble de la nouvelle conception de recherche et de l'idée de production d'énergie
- ✓ Production et stockage d'énergie d'électricité à partir d'un parc solaire vers consommation privée et commerce.
- ✓ Construction de toutes les installations du projet en appliquant la technologie de préfabrication.

L'intérêt de la recherche.

- ✓ Le centre est un nouveau concept en Algérie spécialise uniquement dans l'énergie solaire.
- ✓ La présence d'une usine de fabrication des panneaux photovoltaïque à sidi bel abbès, ainsi que des spécialisations universitaires liées à l'énergie solaire, comme l'électronique, mécanique et génie chimique.
- ✓ Perspectives de centre à économie et environnement à long terme.
- ✓ Le projet va être un point de repère pour la ville.

Structure du mémoire.



**1 Chapitre I : APPROCHE THEORIQUE :
ARCHITECTURE SYSTEMIQUE :
PREFABRICATION.**

Introduction.

- Besoin de perfection de maîtrise d'ouvrage dans le domaine de la construction pour être plus durable et manque de main-d'œuvre qualifiée.
- Développement continu et Mouvement d'innovation dans la fabrication d'éléments et matériaux de construction.
- Nécessité de livrer les projets dans les délais et la rapidité de mise en œuvre.
- Réduction des coûts de construction et les accidents sur chantier.

Ces facteurs précédant ne permirent pas aux architectes de choisir d'autres modes de construction sauf la préfabrication, ils ont trouvé dans laquelle toutes solutions.

Dans cette approche ; on va comprendre qu'est-ce la préfabrication et ses notions liées, son histoire, ses typologies et ses systèmes de construction, enfin ses avantages et ses inconvénients.

1.1 Définitions de préfabrication et ses notions.

Pour une compréhension plus approfondie de la préfabrication, il est primordial de prendre en considération les concepts liés, comme l'industrialisation et la standardisation.

1.1.1 Préfabrication.

On peut définir la préfabrication « la fabrication hors site – c'est-à-dire la capacité de fabrication des éléments de construction dans l'environnement contrôlé d'une usine ou d'un atelier »¹ pour garantir une meilleure qualité, on peut le développer « elle consiste à fabriquer en amont, en atelier ou dans un environnement industriel, des éléments destinés à être assemblés sur chantier »².

1.1.2 Industrialisation.

L'industrialisation du bâtiment est l'application des méthodes de travail et l'organisation de la production industrielle des usines (Série, standardisation, rationalisation, mécanisation, automatisation, contrôle du temps et de qualité) dans le domaine de la construction. Il est préfabrication des composant de bâtiment standardisés tels que : murs,

¹ Livre ; COMPRENDRE SIMPLEMENT les techniques de conception (page 133)

²PRÉFABRICATION ET INDUSTRIALISATION USAGES, IMPACTS ET ÉVOLUTION DES COMPÉTENCES DANS LE BTP www.metiers-btp.fr (PDF)

dalles de planchers, poutres, escalier, transportés prêts au chantier pour le montage à l'aide de moyens et d'engins mécaniques évolués pour la préparation, la manutention et la mise en œuvre sur chantier.

1.1.3 Standardisation.

La standardisation est étroitement liée à la normalisation, fait référence au processus de rendre les composants de construction et les éléments architecturaux conformes à des normes et des conditions spécifiques, c'est donc un élément clé de la préfabrication, car elle permet de garantir la qualité et l'uniformité des éléments préfabriqués et leur facilité d'assemblage sur le chantier de construction.

1.2 Histoire de préfabrication.

La préfabrication a une histoire très riche, donc on peut la résumer comme suit. (Planche 1).

1.3 Typologie de préfabrication.

Différentes formes de préfabrication sont employées dans le secteur de la construction, les principales sont les suivantes :

1.3.1 Préfabrication Lourde.

a Définition.

Ou préfabrication du gros œuvre ; ce type implique la fabrication d'éléments porteurs et autoporteurs, tels que : l'ossature, les murs, les dalles de plancher, les colonnes, les poteaux et les escaliers, en général elle est à base de matériaux pierreux ou métalliques (béton, terre cuite, acier ou combinaison de l'un et de l'autre).

b Caractéristiques.

Les éléments préfabriqués lourds doivent être capables de supporter des charges importantes sans se déformer, sont composants de grandes dimensions, ce qui permet d'accélérer le processus de construction et d'optimiser l'utilisation des matériaux, ils réduisent la nécessité de main d'œuvre qualifiée sur le chantier, ils sont conçus pour offrir une isolation phonique et inclure des éléments résistants au feu, ce qui est crucial pour la sécurité des bâtiments.

XV siècle av J C,

La Chapelle rouge en Egypte est le premier bâtiment préfabriqué en pierre de l'histoire.



Figure 6. Crystal Palace.

En 1918,

Les destructions d'après-guerre et l'urbanisation croissante poussent à l'utilisation de plus de constructions modulaires.

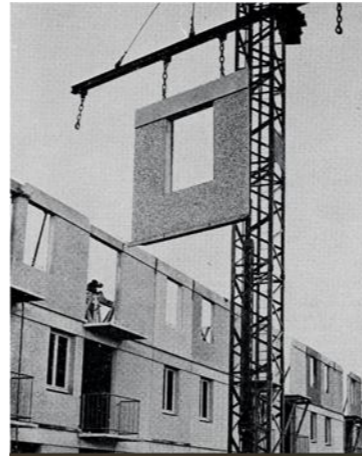


Figure 7. Grues engins.

En 2003,

La fabrication à grande échelle d'éléments de construction et de modules pour habitats a été possible grâce à l'impression 3D.

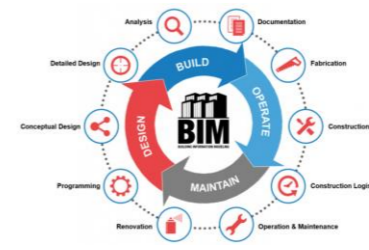


Figure 5. BIM.

En 2020,

La ville de Wuhan (Chine) a utilisé l'industrialisation de la construction pour construire un 1 000 lits hôpital en 10 jours en réponse au COVID-19.



Figure 1. Construction rapide et de qualité.

Antiquité

Révolution industrielle

Après 1 ère guerre

Moderne

Impression 3D

BIM

Contemporaine



Figure 3. Chapelle rouge.

En 1851,

Construction du Crystal Palace à Londres à l'aide de composants standardisés.



Figure 4. Constructions Modulaires.

En 1950,

Essor de la préfabrication lourde en béton.

Les chantiers sont progressivement devenus plus mécanisés.



Figure 2. Impression 3D d'un logement.

En 2010,

Le BIM et la maquette numérique offrent une nouvelle façon de travailler ensemble.

Planche 1. Histoire de préfabrication.



Figure 8. Installation lourde.

Source: <https://www.archiexpo.fr/prod/concast-105233.html>



Figure 9. Montage lourde d'une charpente métallique.

Source : <https://www.frisomat.africa/fr/votre-charpente-metallique/>

1.3.2 *Préfabrication légère.*

a Définition.

Ou préfabrication de seconds œuvres ; « La préfabrication légère est celle des revêtements ou de l'équipement. Elle porte le plus souvent sur les façades, vitrées ou non, désignées communément sous le nom de (murs-rideaux) et plus rarement sur des éléments d'équipement comme des parois sanitaires ou des unités sanitaires »³.

Ces types contiennent les éléments suivants : les façades légères, les façades en pierres attachées, les bardages en bois ou métalliques, les panneaux des façades, les panneaux sandwich isolant, les cloisons.

b Caractéristiques.

- La légèreté des matériaux composant ce qui les rend faciles à manipuler et à installer.
- Haute performance thermique, elles offrent une isolation thermique élevée, ce qui permet d'améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments.
- Esthétique : finition architectonique.
- Flexibilité : les façades légères peuvent être conçues pour s'adapter à différentes formes et tailles de bâtiments.
- Les éléments de préfabrication légère n'ont aucune relation avec la stabilité de bâtiment et transmission des charges.

³ La préfabrication : <http://www.e-periodica.ch/> PDF



Figure 10. Installation légère des panneaux de façade.

Source : <https://rencontres-woodrise.ch/les-gratte-ciel-en-bois-pourraient-transformer-la-construction-en-piegeant-les-emissions-de-carbone/>

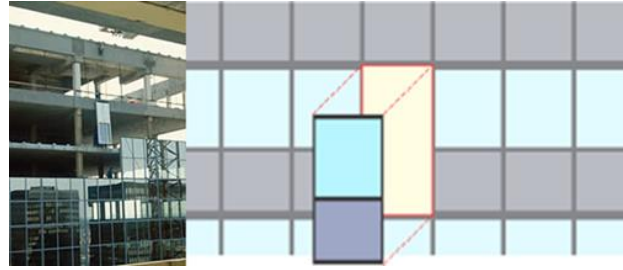


Figure 11. Installation mur rideau.

Source : <https://energieplus-lesite.be/techniques/enveloppe7/types-de-parois/murs3/mur-rideau/>

1.4 Etapes de préfabrication.

Les étapes de préfabrication comprennent les études, la fabrication, le stockage et parfois le transport, ainsi que la mise en œuvre et l'assemblage sur chantier (**Figure 12**).

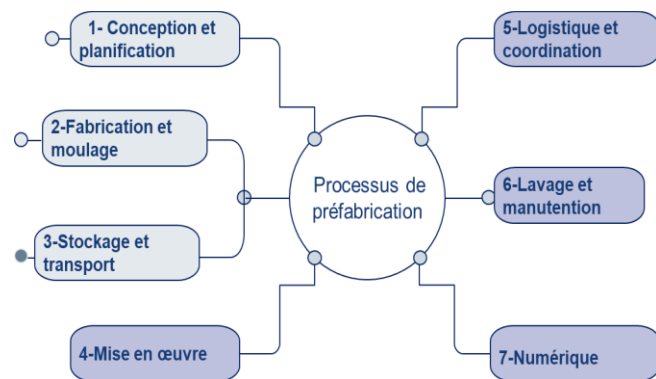


Figure 12. Etapes de préfabrication.

Source : L 'auteure.

1.4.1 Conception et planification.

« L'usage de la préfabrication impose une grande rigueur et un parfait aboutissement de la conception avant le lancement de la production ». Les éléments préfabriqués sont conçus et planifiés en fonction des besoins du projet de construction. Cela implique la création de dessins techniques détaillés et la sélection des matériaux appropriés. Avec l'arrivée du BIM notamment, qui permet de nous :

- Faire la modélisation des produits.
- Conception structurelle complète et détaillée.
- Estimation de coûts et planification logistique.

1.4.2 Fabrication des moules.

Les moules sont conçus en prenant en compte les dimensions et les formes des éléments préfabriqués à fabriquer. Ces moules peuvent être fabriqués à partir d'acier, de bois ou de plastique, selon les exigences de production.

Effectivement, la fabrication des éléments en béton armé préfabriqué comprend plusieurs étapes importantes. Tout d'abord, le coffrage ou le moule est préparé à l'avance. Ensuite, les matériaux nécessaires à la fabrication des éléments préfabriqués, tels que le béton et l'acier, sont préparés. Ensuite, le ferrailage des armatures est placé dans le moule. Ensuite, le béton est coulé dans le moule. Enfin, une fois que le béton a atteint la résistance nécessaire, le coffrage est retiré et les éléments sont finis pour assurer la qualité du produit final.

1.4.3 Stockage et transport

Les éléments préfabriqués sont stockés dans des entrepôts ou des zones de stockage appropriées par usine ou atelier de fabrication avant d'être transportés sur le site de construction.

1.4.4 Mise en œuvre.

« Des compétences techniques particulières doivent être développées, afin de mettre en œuvre les éléments préfabriqués dans les règles de l'art. Elles peuvent être très accessibles (pose de plaques de plâtre) ou complexes (pose d'un voussoir) »⁴.

1.4.5 Logistique et coordination.

La mise en œuvre des sous-ensembles préfabriqués nécessite d'organisation logistique solide afin d'assurer la fluidité du chantier, de prévenir les interruptions et de renforcer les compétences d'encadrement dans ce domaine. Afin d'accomplir cela, il est possible de créer des logiciels de suivi logistique entre les sites de production et les chantiers.

1.4.6 Lavage et manutention.

Le levage et la manutention d'éléments préfabriqués, souvent lourds et volumineux, imposent une maîtrise accrue des moyens matériels pour une très grande précision et pour garantir la sécurité des personnes sur les chantiers.

⁴ PRÉFABRICATION ET INDUSTRIALISATION USAGES, IMPACTS ET ÉVOLUTION DES COMPÉTENCES DANS LE BTP www.metiers-btp.fr (PDF)

1.4.7 Numérique.

« Au-delà d'une conception qui relève de plus en plus du digital, les outils numériques doivent également être maîtrisés sur les chantiers. Les supports aidant à la mise en œuvre des éléments préfabriqués sont en effet largement numérisés : applications pour smartphones et tablettes, guides de pose en ligne, tutoriels vidéo »⁵.

1.5 Types d'installation de préfabrication.

1.5.1 Préfabrication foraine.

On définit la préfabrication foraine comme « désigne les éléments préfabriqués à l'unité ou en série sur le chantier, ou à sa proximité, en ayant recours à une installation légère, soit à ciel ouvert, soit dans un espace clos aménagé temporairement »⁶. L'inconvénient de ce type est « les conditions de stockage qu'il met en place et la liaison ou l'assemblage des éléments peuvent fragiliser la résistance des éléments (délais de séchage par exemple) »⁷.



Figure 13. Préfabrication foraine.

Source : <https://www.acpresse.fr/comment-realiser-plancher-predalles/>

1.5.2 Atelier précaire :

En principe : les "banches" sont des coffres en bois ou en métal qui sont coulés sur le chantier entre deux supports verticaux.



Figure 14. Atelier précaire.

Source : <https://www.mesaimalat.com.tr/fr/urun/ertf/>

⁵ Préfabrication et industrialisation usages, impacts et évolution des compétences dans le btp/ www.metiers-btp.fr (PDF)

⁶ www.infociments.fr/glossaire

⁷ www.infociments.fr/glossaire/

1.5.3 Préfabrication en usine.

On considère que les éléments (composants de bâtiment) sont fabriqués à l'avance, éliminant ainsi tout risque lié au stockage ou à leur manutention, la fabrication en usine permet la création d'éléments très lourds de volumes importants tel que les poteaux, les poutres et les panneaux... etc. Ce type de fabrication est plus coûteux en raison du transport et de la nécessité de recourir à des systèmes de levage, mais il réduit la main d'œuvre nécessaire et représente un gain de temps.

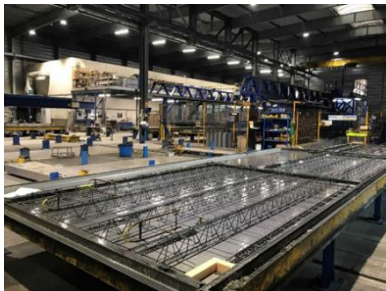


Figure 15. Préfabrication en usine.

Source : <https://lyc-paparis-besancon.eclat-bfc.fr/1-etablissement/actualites/visite-d-une-usine-de-prefabrication-de-predalles-et-de-premurs-12027.htm>

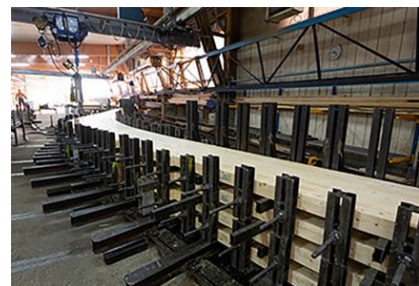


Figure 16. Moulage de lamellé collé en usine.

Source : <https://www.james.fr/lamelle-colle/>

1.6 Types des éléments préfabriqués.

1.6.1 Gros œuvre.

Les gros ouvrages préfabriqués comprennent toutes les opérations de construction associées à la construction d'un édifice. Ils sont cruciaux pour garantir la solidité et la stabilité de l'ensemble. Ces travaux peuvent être classés en travaux d'infrastructure ou travaux de superstructure (**Figure 17**).

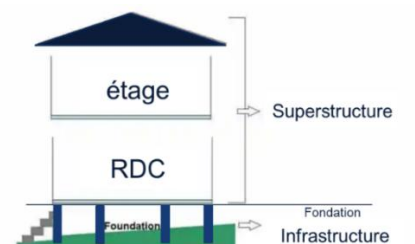


Figure 17. Structure du bâtiment.

a Infrastructure.

Il est important que le soubassement ou la semelle du bâtiment soit solide et cohérente pour supporter la construction (superstructure) et pour transmettre les charges vers le sol, y compris les fondations, les chaînages et les avant-poteaux.

b Superstructure.

La superstructure de construction fait référence à la partie d'un bâtiment ou d'une structure qui est située au-dessus du sol. Cela comprend les murs, les planchers, les escaliers, les poutres. La superstructure est généralement construite après la réalisation des fondations et de la structure de base. Elle est conçue pour fournir un espace habitable ou fonctionnel pour les occupants du bâtiment.

1.6.2 *Second œuvre.*

"Second œuvre préfabriqué" fait référence aux éléments de construction qui interviennent après la réalisation de la structure principale d'un bâtiment. Cela inclut les éléments tels que les cloisons, les revêtements de sol, les plafonds, les menuiseries intérieures, les installations électriques, les systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation, ainsi que la plomberie.

1.7 **Eléments préfabriqués.**

Le bâtiment est construit avec des matériaux préfabriqués tels que le béton, le bois, le métal ou parfois des matériaux mixtes.

Les composants peuvent être lourds de gros œuvre d'infrastructure ou de superstructure ou légers de CES et d'ouvertures. **(Planche 2-9). (Tableau 1-6).**

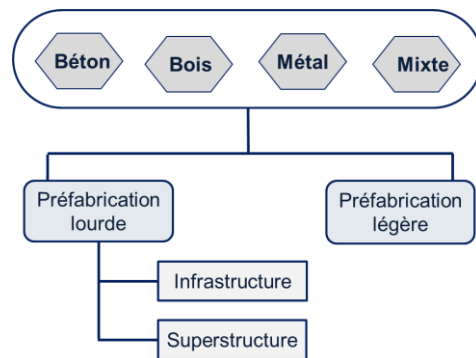


Figure 18. Types des éléments préfabriqués.

Source : L 'auteure.

Le bois est impossible à utiliser comme fondation pour les bâtiments en raison de ses caractéristiques organiques. Le bois est extrêmement sensible à l'eau et à l'humidité de sol, la résistance de bois à compression est inférieure à celle de l'acier et du béton.

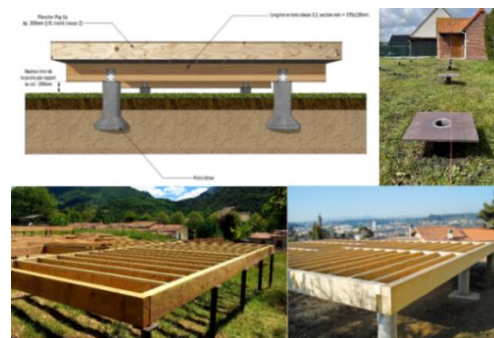


Figure 19. Fondations en béton et pieux d'acier pour ossature en bois.

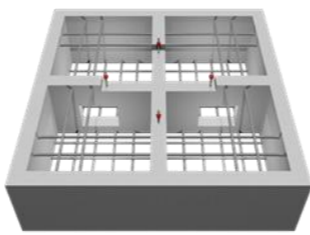








<p>Fondations superficielles.</p>	<p>Semelle de Fondation Préfabriquée : c'est un élément en béton armé qui comprend une cage d'armature enveloppée à l'intérieur de parois en béton servant de coffrage. Ses dimensions et ses armatures sont calculées en fonction des charges statiques supportées.</p> <p>Fondation superficielle en béton armé préfabriquée : C'est un type de fondation constitué de béton armé préfabriqué, conçue pour supporter et transmettre la charge structurelle d'un bâtiment vers le sol cohérent.</p>	    <p>Figure 20. Semelle de fondation préfabriquée superficielle.</p> <p>Figure 21. Fondation préfabriquée superficielle.</p>
<p>Fondations profondes et semi profondes.</p>	<p>Puits/pieux : les pieux préfabriqués en béton armé ou précontraint sont enfoncés dans le sol par battage ou vibro-fonçage. Ils se composent d'éléments cylindriques de béton armé, préfabriqués ou coffrés à mesure, mesurant de 0,50 m à 2,50 m de long et de 30 à 60 cm de diamètre. Ces éléments sont enfoncés dans le sol à l'aide d'un vérin prenant appui sous un massif de réaction.</p>	   <p>Figure 22. Pieux préfabriqués en béton armé.</p> <p>Figure 23. Ferrailage d'un pieu préfabriqué en béton armé.</p> <p>Source : https://www.archiexpo.fr/prod/ebawe-anlagentechnik-gmbh/product</p>
<p>Chainages.</p>	<p>L'utilisation de chainages préfabriqués est possible dans les fondations, les murs, les planchers et les toitures afin de consolider la structure et d'améliorer sa capacité à supporter les charges et les contraintes.</p>	  <p>Figure 24. Chainages préfabriqués en béton armé.</p>

Tableau 1. Eléments préfabriqués en béton armé d'infrastructure.

Source : L 'auteure.


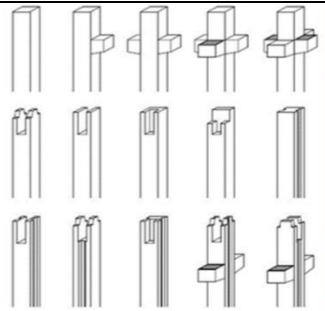

<p>Poteaux.</p>	<p>Les poteaux en béton préfabriqué peuvent adopter différentes formes telles que carrée, rectangulaire, circulaire ou en forme de ligne. Il est également possible d'inclure une sortie pour les eaux pluviales avec une sortie au pied des rails d'ancrage. Chaque attribut joue un rôle essentiel dans la stabilité et la solidité de l'usine, de l'immeuble ou du centre commercial à édifier.</p>	   <p>Figure 25. Poteaux préfabriqués en béton armé.</p>
-----------------	--	---

Planche 2. Eléments préfabriqués de gros œuvre en béton armé.

Source : L 'auteure.

<p>Poutres.</p>	<p>Les poutres en béton préfabriqué sont des éléments structuraux en béton armé fabriqués en usine et transportés sur le chantier pour être assemblés. Elles sont utilisées pour supporter des charges importantes dans les bâtiments et les infrastructures. Tout à fait, une poutre est un composant de structure linéaire horizontale qui peut remplir différentes fonctions, telles que celle de longrine, de linteau, d'élément porteur de plancher ou de charpente. Elles peuvent être réalisées en béton précontraint ou en béton armé, en fonction des exigences de la structure et des charges à supporter.</p>	 <p>Figure 26. Poutre préfabriquée en béton armé.</p> <p>Source : https://www.prefa-ouest.com/poutres-beton.php</p>
	<p>Les poutres en béton préfabriqué sont renforcées sur toute leur longueur grâce à l'utilisation de câbles précontraints à une résistance élastique extrêmement élevée. Son attachement mécanique aux poteaux garantit la transmission des efforts. En effet ; la précontrainte permet spécifiquement de franchir facilement des portées d'environ 20 mètres sans avoir besoin de porteurs intermédiaires, ce qui offre une grande souplesse dans la conception des bâtiments.</p>	 <p>Figure 27. Poutre en béton précontraint.</p> <p>Figure 28. Poutre préfabriquée en béton précontraint.</p> <p>Source : https://ncprefa.nc/beton-precontraint/</p>
	<p>Poutre Delta, également connue sous le nom de poutre treillis, est en effet une structure de poutre utilisée pour supporter grandes charges sur portées de 7m à 35m. Elle est composée par treillis qui travaillent ensemble pour créer une structure en forme de triangle, Delta est couramment utilisée dans la construction de bâtiments industriels et de structures de toiture, Delta spécifiques conçues pour soutenir une toiture à deux versants avec une pente de 10%.</p>	 <p>Figure 29. Poutre Delta.</p>

Tableau 2. Eléments préfabriqués en béton armé.

Planche 3. Eléments préfabriqués de gros œuvre en béton armé.

Source : L 'auteur.

Planchers préfabriqués.

Dalle du plancher préfabriqué : Différents types de planchers préfabriqués sont disponibles : dalle pleine, dalle alvéolée, dalle nervurée, dalle précontrainte, etc. La résistance, la légèreté, la facilité de mise en place et la capacité de charge sont des caractéristiques distinctes de chaque type de plancher préfabriqué.

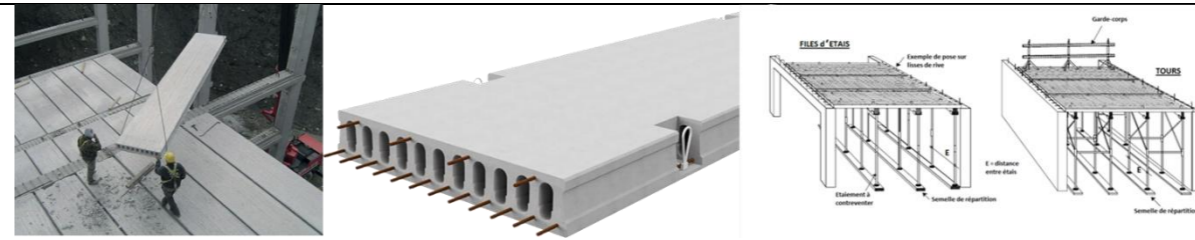


Figure 30. Plancher préfabriqué.

Plancher de la poutrelle : Il s'agit d'une structure fréquemment employée dans la construction de constructions. La structure est constituée de poutrelles en béton précontraint, disposées en quinconce, sur lesquelles sont posées des entrevous. On peut fabriquer ces éléments de coffrage en préfabriqués et en différents matériaux tels que le polystyrène, les composites ou le béton. Parfois, on utilise le mot "hourdis" pour désigner les entrevous en béton, qui sont des éléments préfabriqués en béton armé ou précontraint. Ces hourdis sont indispensables pour assurer la solidité et la stabilité du plancher.

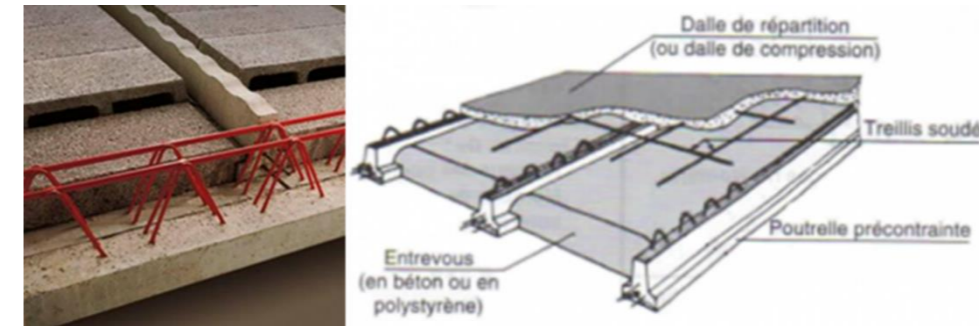


Figure 31. Plancher poutrelle-entrevous.

Le plancher en prédalle : prédalles sont une option efficace et abordable pour la réalisation de planchers dans les constructions. Grâce à leur utilisation, le processus de construction est simplifié tout en garantissant une performance structurelle optimale.

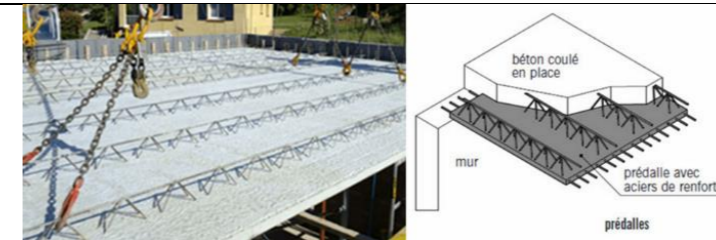


Figure 32. Plancher en prédalle.

Le plancher alvéolaire : Cet élément préfabriqué en béton précontraint est conçu pour la construction de planchers à grande portée et faible encombrement, Il est composé d'alvéoles précontraintes longitudinales qui allègent la structure. Le nombre d'alvéoles est ajusté en fonction de la capacité portante recherchée, représentant jusqu'à 50 % de la structure du plancher. Ces planchers alvéolaires peuvent atteindre des portées de 16 à 20 m sans nécessiter de renforts métalliques supplémentaires ni d'étalement.



Figure 33. Plancher alvéolaire.

Planche 4. Eléments préfabriqués de gros œuvre en béton armé de superstructure.

Murs / voiles	<p>Les murs ou les voiles proposent une solution technologiquement avancée aux méthodes de construction préfabriquées. Grâce à leur capacité d'adaptation et à leur facilité d'installation, ils sont parfaits pour différentes applications, comme les édifices industriels, commerciaux, les murs de soutènement maritime et fluvial, etc. Produits conformes aux normes strictes de qualité.</p>	  	
Escaliers et ses types.	<p>Type A : les escaliers préfabriqués qui sont fabriqués en plusieurs éléments dans un atelier de préfabrication, puis transportés sur le chantier pour être assemblés. Ces éléments peuvent inclure : les marches, les contremarches et d'autres composants.</p> <p>Type B : les Escaliers préfabriqués monoblocs, qui sont fabriqués à une seule pièce, correspondant le plus souvent à une hauteur d'étage. Ces escaliers sont généralement fabriqués en usine et transportés sur le chantier en tant qu'unité complète, prêts à être installés.</p>	  	
Murs de soutènement.	<p>Les murs de soutènement préfabriqués sont des constructions verticales spécialement conçues pour renforcer et soutenir les terres sur une zone donnée. Ces murs jouent un rôle crucial dans la stabilité des terrains en pente ou dans la création de différents niveaux de terrain. Il est essentiel de prendre en compte les charges de pression du sol, la conception structurelle et la durabilité lors de la construction des murs de soutènement, en fonction des exigences particulières du projet.</p>	 	

Tableau 3. Eléments préfabriqués en béton armé.

Planche 5. Eléments préfabriqués en béton armé.

Source : L 'auteure.

<p>Eléments d'ossature en bois :</p> <p>Poteau-poutre.</p>	<p>Les poteaux en bois lamellé-collé sont réalisés en assemblant plusieurs couches de bois, connues sous le nom de lamelles, dans le sens longitudinal. Cela donne naissance à un matériau solide et stable, capable de supporter des charges considérables.</p> <p>Poutre en I en bois lamellé-collé, est une alternative populaire au bois de structure traditionnel dans la construction. Les poutres en I sont conçues pour offrir une résistance et une rigidité élevées tout en étant plus légères que les poutres en bois massif ou d'autres types de poutres.</p>	 <p>Figure 39 . Poteaux en bois lamellé-collé.</p>	 <p>Figure 40. Poutre en I en bois lamellé-collé.</p>
<p>Panneaux de bois.</p>	<p>Les panneaux de bois massifs sont une méthode de construction qui consiste à utiliser des panneaux préfabriqués en bois pour réaliser les éléments structuraux d'un bâtiment, comme les murs porteurs, les planchers, les cloisons et les plafonds. Le panneau en bois massif est habituellement composé de plusieurs couches de bois collées de manière croisée, ce qui lui confère une grande solidité et une stabilité structurelle. La construction à cette approche présente des bénéfices tels qu'une performance thermique et acoustique remarquable, ainsi qu'une durabilité.</p> <p>L'ossature en bois est un système de construction qui consiste à élever une structure en bois pour le transporteur. Le cadre rigide de cette structure.</p>	 <p>Figure 41. Panneaux en bois.</p>	 <p>Figure 42. Mur en bois</p> <p>Source : https://www.lesageconstructionsbois.fr/construction-en-ossature-bois-ou-panneaux-bois-massif/</p>
<p>Escaliers.</p>	<p>Effectivement, il y a de multiples types d'escaliers en bois qui conviennent à divers types d'espaces et de besoins. La fixation adéquate de l'escalier est essentielle pour garantir sa stabilité et sa sécurité. En général, les escaliers sont fixés en partie supérieure (marche palière) sur un tasseau situé à la hauteur de la trémie (ouverture dans le plancher), et parfois également en partie Inférieure.</p>	 <p>Figure 43. Escaliers préfabriqués en bois.</p>	

Planche 6. Eléments préfabriqués en bois.

Source : L 'auteure.

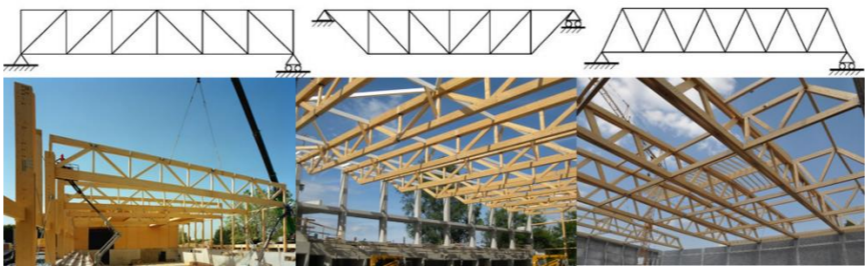
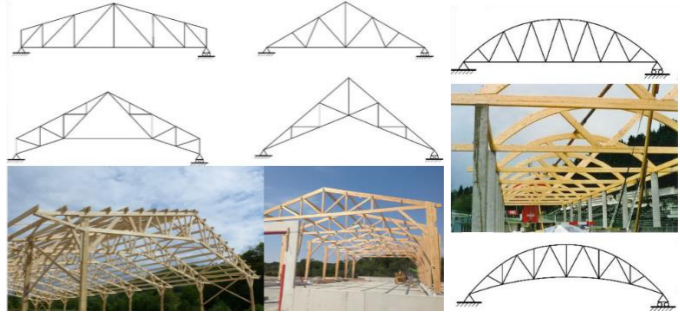

<p>Poutres à treillis en lamellé collé.</p> <p>Charpentes.</p>	<p>La poutre à treillis est une structure constituée d'éléments linéaires ou presque linéaires disposés de manière triangulaire, avec des nœuds d'assemblage dépendant des extrémités.</p> <p>Les poutres à membrures parallèles sont indiquées comme alternatives aux poutres lamellées-collées ou à âme de longues portées (25-30 m), et ce, pour des raisons économiques. Les charges appliquées aux barres de treillis sont souvent très importantes, d'où des difficultés à réaliser des points d'assemblage adéquats.</p>	 
<p>Planchers.</p>	<p>Les dalles en bois lamellé collé sont fréquemment employées pour la construction de bâtiments industriels, commerciaux et résidentiels, ainsi que pour les projets d'aménagement intérieur. Elles proposent également une esthétique chaleureuse et authentique,</p>	

Tableau 4. Eléments préfabriqués en bois.

<p>Revêtement métallique.</p>	<p>Un revêtement métallique se réfère à une couche de métal qui est appliquée sur une surface pour des motifs esthétiques, de protection ou de fonctionnalité. Différents types de revêtements métalliques existent, chacun ayant des caractéristiques particulières en fonction de son utilisation prévue comme :</p> <p>Revêtement en acier galvanisé et revêtement en aluminium.</p> <p>Le bardage en métal est une couche extérieure composée de plaques métalliques fixées sur la structure d'un édifice. Ce type de bardage garantit une protection contre les conditions météorologiques tout en proposant une esthétique contemporaine et résistante. La façade ventilée est fréquemment employée dans la construction.</p>	 
-------------------------------	---	---

Planche 7. Eléments préfabriqués métalliques.

Source : L 'auteure.



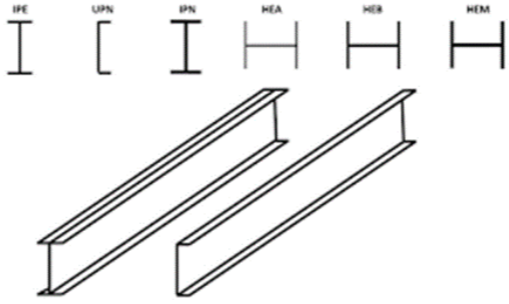



<p>Armatures préfabriquées.</p>	<p>Les armatures préfabriquées font partie intégrante de la fabrication des bétons. En règle générale, les armatures préfabriquées sont utilisées pour renforcer, rigidifier et maintenir les constructions en béton. Les armatures préfabriquées varient en fonction du type de construction, comme les poutres, les poteaux, les chaînages, etc.</p>	 <p>Figure 49. Armatures préfabriquées d'un poteau en béton.</p> <p>Source : https://ncprefa.nc/armatures/</p>	 <p>Figure 50. Armatures préfabriquées de fondation en béton.</p> <p>Source : https://www.pbabeton.fr/beton-armatures/21-armatures</p>
<p>Profilés métalliques.</p>	<p>La structure en acier est constituée pour supporter des charges à la fois verticales et horizontales. Ces éléments sont connectés de façon rigide ou articulée, ce qui donne lieu à une disposition souple qui permet de concevoir des espaces d'une grande taille.</p> <p>Les profilés en métal sont constitués d'une section transversale spécifique, comme des poutres en I, en H, des cornières, des tubes ou des barres.</p>	 <p>Figure 51. Profilés métalliques.</p> <p>Source : https://aiga-france.fr/poutre-ipn/</p>	 <p>Figure 52. Ossature métallique.</p>
<p>Escaliers métalliques.</p>	<p>Un escalier en métal préfabriqué est un escalier conçu en usine à partir de matériaux métalliques comme l'acier ou l'aluminium. Généralement, ces escaliers sont élaborés pour être simples à installer et sont livrés avec toutes les pièces requises pour l'assemblage. Leur utilisation est très répandue dans les édifices commerciaux, industriels et résidentiels en raison de leur longévité, de leur facilité de maintenance et de leur apparence contemporaine. Ces escaliers peuvent être réalisés dans différents styles et finitions afin de satisfaire à diverses exigences esthétiques et fonctionnelles.</p>	 <p>Figure 53. Escaliers métallique préfabriqué.</p>	 <p>Figure 54. Escalier industriel.</p> <p>Source : https://www.bombrun.com/escalier-pour-industrie.html</p>

Tableau 5. Eléments préfabriqués métalliques.

Planche 8. Eléments préfabriqués métalliques.

Source : L 'auteure.



Figure 55. Poutre POSI.

Source : <https://blokiwood.fr/poutre-posi/>



Figure 56. Poutre mixte (poutre lamellé collé renforcée par acier nervurée).

Source : <https://www.bois.com/bois/materiaux/transformes/choisir-lamelle-colle>

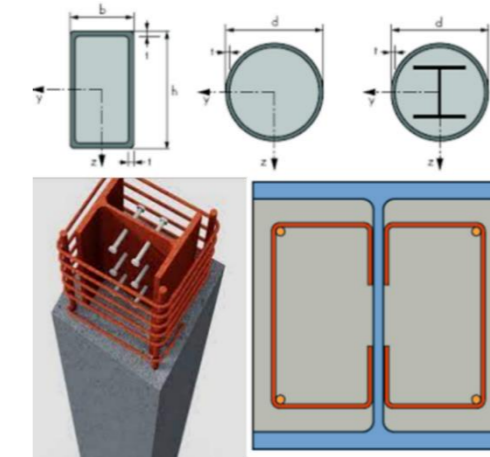


Figure 57. Poteau mixte.

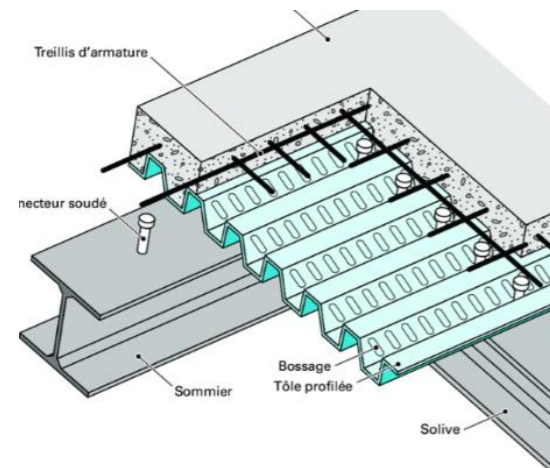


Figure 58. Plancher mixte avec connecteurs acier-béton (Dalle mixte)

Source : https://www.researchgate.net/figure/Plancher-mixte-avec-connecteurs-acier-beton_fig1_37467273



Figure 59. Prémur isolé est composé de deux panneaux en béton préfabriqués.

Source : <https://www.archiexpo.fr/prod/ebawe-anlagentechnik-gmbh/product-69816-1578985.html>

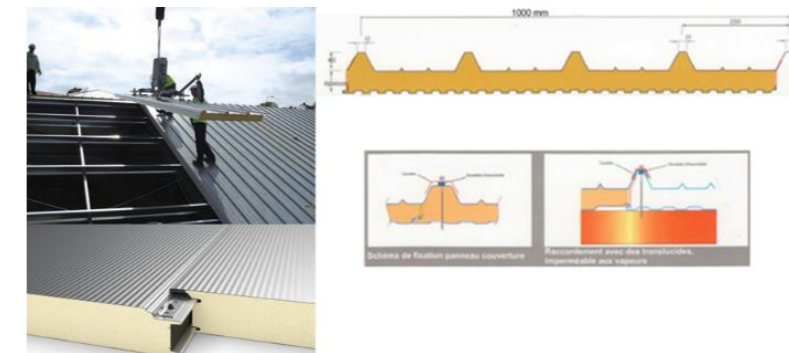


Figure 60. Panneaux sandwich couverture.

Tableau 6. Éléments préfabriqués mixtes.

Planche 9. Éléments préfabriqués mixtes.

Source : L 'auteure.

1.8 Assemblage des éléments.

Conception d'un assemblage doit être soigneusement étudiée en tenant compte de divers critères ;

- La simplicité d'exécution de montage pour faciliter d'assemblage des pièces.
- La résistance maximale vis-à-vis des efforts appliqués.

1.8.1 Assemblage des éléments en béton armé.

Les types d'assemblage des éléments en béton armé sont ; assemblage par clavetage, assemblage par brochage, assemblage par boulonnage et assemblage par jointe, qu'ils sont plus utilisables (**Tableau 7**) (**Planche 10**).

1.8.2 Assemblage des éléments en bois lamellé collé.

Le cas des assemblages en bois, les fibres de bois jouent un rôle crucial dans la résistance de l'assemblage. L'angle d'inclinaison de l'effort par rapport les fibres de bois peuvent influencer à la résistance de l'assemblage. (**Tableau 7**) (**Planche 10-11**).

1.8.3 Assemblage des éléments métallique.

Les trois méthodes conventionnelles pour l'assemblage des structures de bâtiments en acier sont le soudage, le boulonnage et le rivetage (**Tableau 7**) (**Planche 12**).

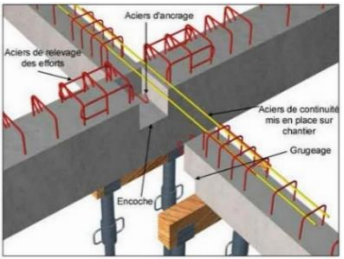
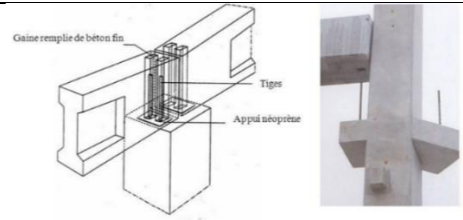
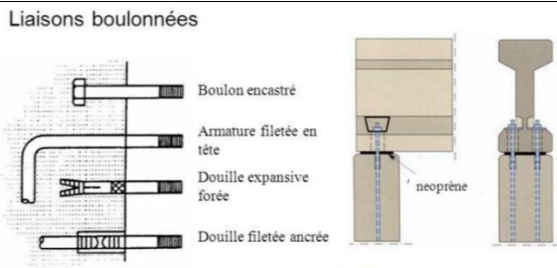

Assemblage des éléments en béton armé.	Assemblage par clavetage.	« En construction béton, le clavetage est défini comme l'opération consistant à réaliser la liaison de 2 éléments en béton armé préfabriqué à l'aide d'armatures en attente et d'une partie commune coffrée et coulée en place » ⁸ .	  <p>Figure 61. Clavetage poteau-poutre.</p> <p>Figure 62. Clavetage poutres.</p> <p>Source : https://www.seac-gf.fr/igmedias/Poutre/33/</p>
	Assemblage par brochage.	L'assemblage par brochage est une technique de connexion employée afin de relier les éléments en béton. Cette méthode implique l'insertion de broches métalliques dans des trous préalablement creusés dans les éléments en béton. Ensuite, les broches sont fixées en place à l'aide d'un adhésif ou d'un mortier spécialement conçu pour cette utilisation.	 <p>Figure 63. Assemblage par brochage (Poutre-poutre).</p> <p>Source : https://slideplayer.fr/slide/1201499/#google_vignette</p>
	Assemblage par boulonnage.	Les boulons sont insérés à travers des trous préalablement creusés dans les éléments en béton, puis renforcés à l'aide d'écrous afin de créer une connexion solide et résistante. En outre, cette méthode facilite la démontable par rapport à d'autres méthodes d'assemblage, ce qui peut être bénéfique pour des structures temporaires ou des rénovations.	 <p>Figure 64. Assemblage par boulonnage.</p> <p>Source : https://slideplayer.fr/slide/1201499/#google_vignette</p>
	Assemblage par jointe.	La méthode de liaison en béton consiste à relier les éléments en béton en utilisant des joints spécialement conçus. Ces joints peuvent constituer des éléments métalliques de connexion mécanique comme des connecteurs ou des éléments de connexion chimique comme des adhésifs structuraux.	 <p>Figure 65. Assemblage par jointage.</p> <p>Source : https://slideplayer.fr/slide/1201499/#google_vignette</p>
	Assemblage par connecteur ou sabot.	L'assemblage d'une structure lamellé collé par sabots et connecteurs implique l'utilisation de pièces de bois lamellé	

Planche 10. Assemblage des éléments en béton armé.

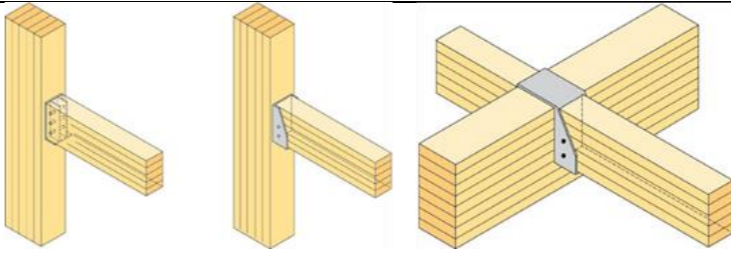
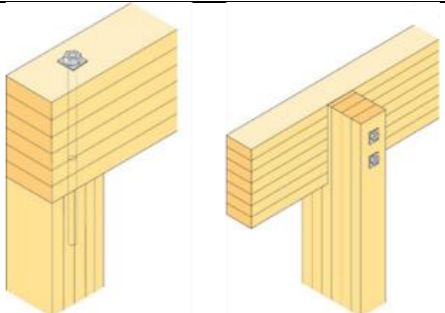
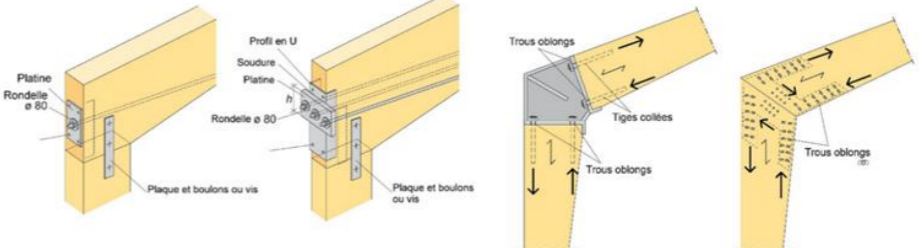
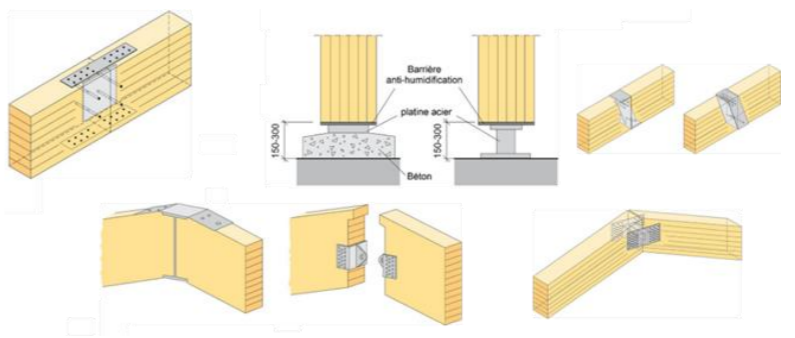
Assemblage des éléments en bois lamellé collé.		collé reliées entre elles à l'aide de sabots et de connecteurs spécialement conçus. Les sabots sont pièces métalliques de forme U ou L qui sont fixées sur les extrémités des poutres en bois pour les relier entre elles. Les connecteurs, quant à eux, sont des pièces métalliques qui sont utilisées pour joindre les poutres en bois de manière transversale.	 <p>Figure 66. Assemblage par connecteur ou sabot.</p>
Assemblage par Goujons collés.	Assemblage par Goujons collés.	« L'utilisation de goujons collés permet de dissimuler l'assemblage. Une tige filetée est collée dans le poteau, après quoi la poutre est montée par-dessus le goujon et fixée au moyen d'un écrou et d'une rondelle. La rondelle et l'écrou peuvent être dissimulés par fraisage.... Le collage est réalisé en usine..., les goujons collés ne devront être utilisés que pour des poutres d'une hauteur maximale de 500 mm » ⁹ .	 <p>Figure 67. Assemblage par Goujons collés.</p>
Assemblage par l'encastrement.	Assemblage par l'encastrement.	<p>L'encastrement poteau-traverse est en effet un assemblage délicat à réaliser en raison des contraintes imposées par les caractéristiques du bois. Ce type d'assemblage met en opposition les fibres du bois et peut empêcher le retrait transversal, ce qui peut entraîner des contraintes importantes sur l'assemblage</p> <p>Pour ce type d'assemblage, une hauteur maximale recommandée de 100 cm est suggérée afin de limiter les contraintes sur l'assemblage. De plus, il est recommandé de maintenir la variation du taux d'humidité (DH) en dessous de 5% pour réduire les effets du retrait du bois sur l'assemblage.</p>	 <p>Figure 68. Assemblage par l'encastrement.</p>
Assemblage par l'articulation.	Assemblage par l'articulation.	Les assemblages par articulation ne se limitent pas à la simple transmission d'efforts normales ou tranchants, mais doivent également être conçus pour transmettre des moments de flexion ou de torsion, en fonction des besoins spécifiques de la structure.	 <p>Figure 69. Assemblage par l'articulation.</p>

Planche 11. Assemblage de éléments préfabriqués.

⁸ <https://construction-maison.pagesjaunes.fr/astuce/voir/656883/clavetage>

⁹ <https://handbook.glulam.org/volume-2-14-assemblages/>.



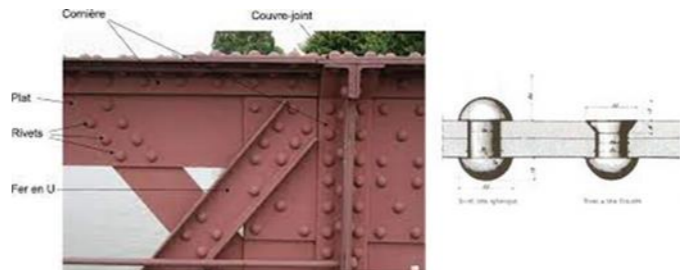
Assemblage des éléments métallique.	Soudage.	<p>« La soudure ou le soudage est un procédé qui permet d'assembler entre eux des matériaux comme le plastique ou les métaux par chauffage ou effet de fusion.</p> <p>Une soudure se fait à partir d'étain : deux pièces métalliques sont recouvertes avec de l'étain. L'assemblage par soudure offre un résultat solide et difficilement démontable. Cette technique ne peut cependant pas être utilisée sur tous les matériaux »¹⁰.</p>	
	Boulonnage.	<p>L'utilisation de boulon est nécessaire pour attacher les diverses pièces de la structure en acier. Cette approche est fréquemment employée lorsqu'on envisage de démonter ou de réutiliser les éléments de la structure, car elle facilite l'assemblage et le désassemblage par rapport au soudage.</p>	
	Rivetage.	<p>« La technique du rivetage consiste à introduire une pièce de la forme d'un clou dans un alésage commun aux deux pièces qui sont à relier ensemble. Ainsi, les rivets pénètrent dans les pièces à assembler. Le résultat est solide et permanent.</p> <p>Cette méthode d'assemblage est très courante dans les industries de la construction, de l'aérospatiale, de l'automobile et toutes les industries qui demandent de la précision »¹¹.</p>	

Tableau 7. Différentes méthodes d'assemblage des éléments préfabriqués.

Planche 12. Assemblage des éléments préfabriqués métalliques.

Source : L 'auteure.

¹⁰ <https://www.praud-inox.com/blog/assemblage-mecanique>

¹¹ <https://www.praud-inox.com/blog/assemblage-mecanique>

1.9 Structure préfabriquée.

Les structures de bâtiments préfabriqués sont des éléments élaborés et fabriqués en usine avant d'être assemblés sur le terrain

On classe les différentes catégories de structure préfabriquées comme suit : **(Figure 73)**.

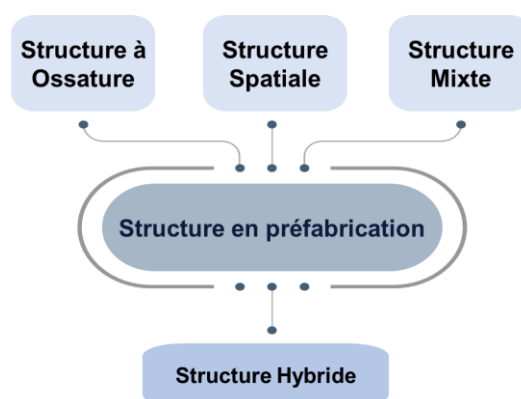


Figure 73. Types de structure préfabriquée.

Source : L 'auteur.

1.9.1 Structure à ossature.

Les systèmes de construction à ossature utilisent des éléments porteurs tels que des poteaux et des poutres afin de soutenir la charge du bâtiment. Ces structures sont fréquemment employées dans différents types de constructions, tels que les habitations, les édifices commerciaux et industriels. Différents types de structures à ossature existantes.

Une ossature peut être contreventée, ce qui implique qu'elle peut être soit une ossature poteau-poutre contreventée, soit une ossature portique, qui nécessite une portée importante et nécessite un encastrement au niveau des assemblages. (Figure 63).

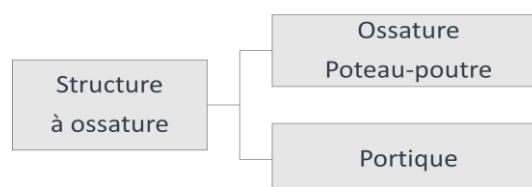


Figure 74. Structures à ossature.

Source : L 'auteur.



Figure 75. Ossature poteau-poutre lamellé collé.

Source : <https://freneco.com/poutres-et-colonnes/>



Figure 76. Structure poteau-poutre BA.

Source : <https://www.archiexpo.fr/prod/hormipresa/produit-132241-1431851.html>



Figure 77. Ossature portique lamellé collé.

Source : <https://sbs-charpente.com/structure-bois/#bwg54/450>



Figure 78. Ossature contreventée.

Source : <https://khomesteel.com/fr/syst%C3%A8me-de-contreventement-dans-la-structure-en-acier.html>

1.9.2 Structure spatiale.

Une structure spatiale est un édifice qui occupe une zone tridimensionnelle de l'espace. Il est possible d'utiliser ces structures dans différents secteurs tels que l'architecture, l'ingénierie civile, l'aérospatiale, l'art et la science.

Voici quelques exemples de structures spatiales qui sont également utilisées dans certaines conceptions de bâtiments comme structures enveloppe (**Figure 79**) (**Planche 13**) (**Tableau 1-8**).

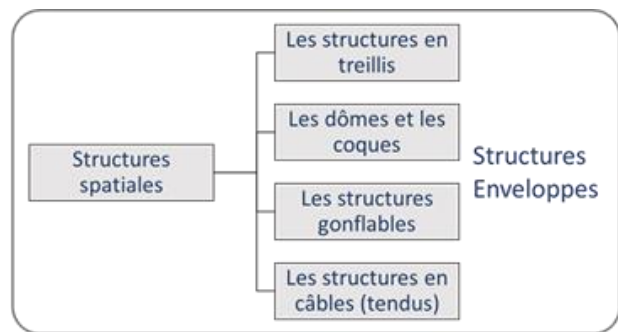


Figure 79. Structures spatiales.

Source : L'auteure.

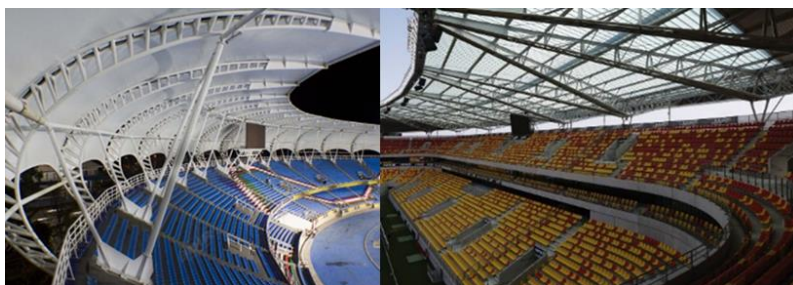


Figure 80. Structures en treillis.

Structure spatiale.	Les structures en treillis.	Ces structures utilisent des éléments de support triangulés pour créer des formes tridimensionnelles légères et résistantes, souvent utilisées dans les toits, les ponts et les tours.	 <p>Figure 81. Structure en acier à ossature de grille.</p> <p>Source : https://steelmillcranes.com/fr/steel-grid-structure/</p>	 <p>Figure 82. Charpente treillis.</p> <p>Source : https://www.charpenteberleau.com/charpente-treillis/</p>
	Les dômes et les coques.	Ces structures utilisent des formes courbes pour créer des espaces tridimensionnels, offrant une grande résistance avec une esthétique unique.	 <p>Figure 83. Structure des coques en lamellé collé.</p>	
	Les structures gonflables.	Elles utilisent de l'air ou d'autres gaz pour maintenir leur forme tridimensionnelle, souvent utilisées pour des structures temporaires ou des installations de loisirs.	 <p>Figure 84. Structures gonflables vue extérieur et vue intérieur.</p>	
	Les structures en câbles.	Elles utilisent des câbles tendus pour créer des formes tridimensionnelles, souvent utilisées dans les ponts suspendus et les toits tendus et les façades textiles (Figure 64 et 65).	 <p>Figure 85. Toits tendus.</p>	 <p>Figure 67. Structure textile.</p>

Tableau 8. Types de structure spatiale.

Planche 13. Types de structure spatiale.

1.9.3 Structure mixte.

Une structure mixte désigne une combinaison de deux matériaux distincts afin de collaborer de manière synergique. Dans la plupart des cas, une structure mixte associe l'acier et le béton.



Figure 86. Structure mixte.

Source : <https://www.chanzy.fr/construction-mixte-metal-beton>

Par exemple, une poutre en acier peut être intégrée dans une dalle en béton pour former une structure mixte. Les deux matériaux travaillent ensemble pour résister aux charges, chacun exploitant ses avantages structurels pour créer une solution globale plus efficace. **(Figure 86 et 87).**



Figure 87. Structure mixte combine l'acier et le bois lamellé collé.

Source : https://www.researchgate.net/figure/A-combined-glulam-and-CLT-structure-Glulam-beams-oriented-at-45-provide-structural_fig1_324646841

1.9.4 Structure hybride.

Une structure hybride, en revanche, fait référence à une structure qui combine différents systèmes de construction ou techniques de construction pour créer une solution unique.



Figure 89. Structure hybride.

Source : <https://www.batirama.com/article/54241-la-construction-desassembleable.html>



Figure 88. Structure hybride est formée par deux types d'ossature.

Source : <https://www.cahiers-techniques-batiment.fr/article/inspiration-navale-pour-la-charpente-bois-d-une-gare.34307>

Par exemple, une structure hybride pourrait combiner différents systèmes de construction, des éléments en béton, des éléments en acier, des éléments en bois et d'autres matériaux pour former une structure qui tire parti des avantages de chacun de ces matériaux.

- ✓ La principale différence entre une structure mixte et une structure hybride réside dans le fait que la structure mixte implique spécifiquement la combinaison de deux matériaux différents, tandis qu'une structure hybride peut impliquer la combinaison de différents matériaux, systèmes ou techniques de construction pour créer une solution structurelle intégrée.

1.10 Systèmes de construction en préfabrication.

Le système constructif est un processus de construction de bâtiment.

Les systèmes disponibles en Algérie sont : **(Figure 90)**.

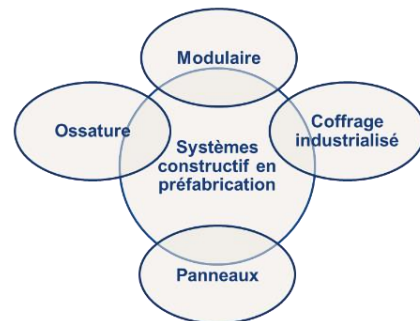


Figure 90. Systèmes de construction en préfabrication.

Source : L 'auteure.

1.10.1 *Système constructif à ossature.*

Structure la plus simple consiste en deux poteaux supportant une poutre (voir tableaux des éléments et assemblage)

1.10.2 *Système constructif à portique.*

Structure simple de type poteaux-poutre, mais contreventée ou rigidifiée au niveau des angles en augmentant la surface de contact à l'intersection des éléments horizontaux et verticaux. Les portiques peuvent être construits en bois, en béton ou en métal.

- Les caractéristiques du système de portique sont les suivantes :
 - L'élasticité des porteurs : courts ou larges.
 - La coordination des liaisons (nœuds) entre les poutres et les poteaux.
 - La possibilité de franchir une grande portée.

- La stabilité globale du bâtiment en trois dimensions : contreventement du plan et triangulation du volume.
- Généralement ; les portiques sont classés en fonction du nombre d'articulations et d'encastremets qui existent entre les éléments de ce dernier. Il existe quatre types de portiques : (**Figure 91**).
 - Portique à trois articulations.
 - Portique à pied de poteaux encastrés (ou à deux articulations).
 - Portiques entièrement encastrés.

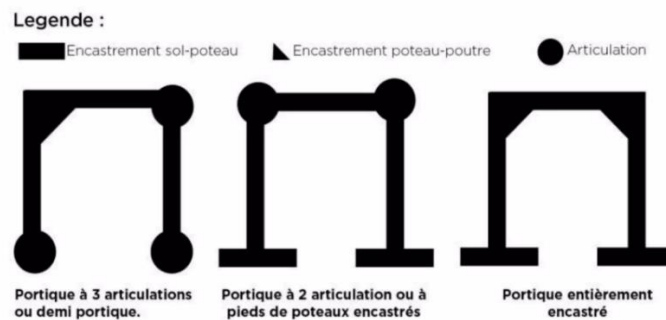


Figure 91. Types de portiques.

Source : <https://fr.slideshare.net/RedaAitSaada/portique-mooc-structure>

1.10.3 Système constructif par panneaux.

Un système constructif constitué des éléments préfabriqués tel que des murs et dalles planes, l'ensemble de ces éléments forment une construction bâtiment.

- Les spécificités de la construction en panneaux sont les suivantes :
 - Le montage par panneaux est simple et rapide.
 - Les espaces intérieurs sont flexibles.
 - Des zones avec de grandes portées.
 - Système structurel robuste et stable.



Figure 92. Panneaux en bois.



Figure 93. Panneaux en béton.

Source : <https://www.batiproduits.com/fiche/produits/mur-prefabrique-ossature-bois-a-menuiseries-int-p69317298.html>

Source : <https://www.archiexpo.fr/prod/rector/product-56991-2265118.html>

1.10.4 Système constructif modulaire.

Les systèmes sont adaptés aux bâtiments où les dispositions du plan d'étage sont régulières et peuvent être structurées en modules unifiés. En général, ces modules sont démontables et équipés directement en usine.

- Il existe deux types de construction modulaire :
 - Les bâtiments modulaires assemblés.
 - Construction modulaire dites (monoblocs).



Figure 94. Modules en béton.



Figure 95. Modules métalliques.

Source : <https://www.lemoniteur.fr/article/la-construction-modulaire-quels-avantages.2108284>

Source : <https://www.batirama.com/article/63428-quels-sont-les-avantages-de-la-construction-modulaire.html>

- Les méthodes d'assemblage : les plaques d'acier sont fixées aux extrémités et au-dessous de chaque module pour les relier les uns aux autres, soit par boulonnage ou par la construction d'une structure soudée ; une fois que les modules sont assemblés, la structure porteuse du bâtiment est créée.

1.10.5 Système de coffrage industrialisé.

Moulage dans lequel le béton coulé par La table bouche ou coffrage tunnel.

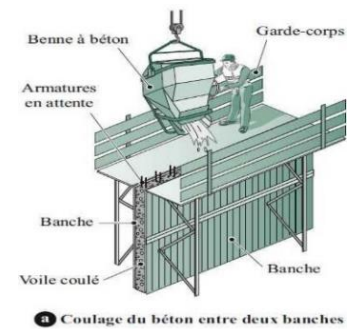
a Table bouche.

Panneau de coffrage verticale le plus utilisé dans les chantiers de travaux publics. « La banche sert à réaliser des murs. Elle constitue un moule provisoire dans lequel on fait le coulage de béton ou de pisé ; elle peut être aussi en métal ou en bois »¹².

¹² <https://www.batiproduits.com/batiwiki/banche/definition/7E3D3A27-4983-47DB-9437-6ED549A72D4F/>

Figure 96. Table bouche.

Source : <https://www.batiproduits.com/batiwiki/banche/definition/7E3D3A27-4983-47DB-9437->



b Coffrage tunnel.

C'est un système de coffrage en acier pour le coulage du béton armé.

Le système de coffrage tunnel permet de réaliser chaque jour 500 coulées de béton avec une sécurité totale des travailleurs grâce au système d'échafaudage utilisé.



Figure 97. Coffrage tunnel.

Source : [Coffrage de tunnels - ERTF - Mesa Imalat Sanayii ve Ticaret A.S.](#)

1.11 Avantages et inconvénients de la préfabrication.

1.11.1 Avantages de préfabrication.

- Les matériaux présentent une grande durabilité.
- Le processus de construction est bien plus rapide.
- Il est possible de vérifier la qualité avant la construction.
- Les accidents sur le site sont moins fréquents.
- Il simplifie les processus et les délais de construction.
- Il est bénéfique pour l'environnement.
- Les dépenses sont réduites.
- Les coûts sont moins élevés.
- La fixation des extensions modulaires est simple.
- Le processus de démantèlement et de recyclage est plus simple.

1.11.2 Inconvénients de préfabrication.

- Les sections préfabriquées doivent être assemblées avec soin pour éviter les fissures au niveau des joints.
- Les pièces préfabriquées volumineuses et lourdes sont difficiles à manipuler et à transporter.
- Le montage des panneaux préfabriqués en béton nécessite une manipulation attentive.
- Il est crucial de porter une attention particulière lors de l'assemblage des sections préfabriquées afin d'éviter les fissures au niveau des joints.
- L'utilisation d'engins massifs pour une utilisation intense et la nécessité de mesures précises pour la pose des éléments préfabriqués.

Conclusion.

Pour conclure on a défini Les besoins de chantier préfabrication :

- Un chef de projet ou maître d'ouvrage établit des spécifications précises concernant les composants architecturaux et sélectionne les différents types d'assemblages et de joints.
- Disponibilité d'entrées et de routes d'accès directes au site pour assurer la sécurité des engins et des éléments de construction de préfabrication pendant le transport.
- Localisation des équipements tels que les grues à tour et grues fixe. Il est important de bien étudier l'emplacement des grues et la zone de construction doit être claire sans obstacle naturel ou artificiel (**Figure 98**).
- En cas de choix de fabrication forain, l'utilisation d'eau pour les des pâtes de ciment et l'espace pour stockage et séchage les éléments préfabriqués.
- Une centrale à béton est une installation destinée à produire une quantité importante de béton. Il est possible de l'installer sur un chantier particulier, à proximité d'une carrière ou de manière permanente en périphérie des zones urbaines (**Figure 99**).

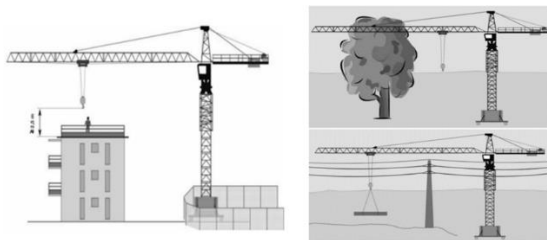


Figure 98. Etudes d'emplacement des grues.



Figure 99. Centrale à béton.

Source : <https://www.acpresse.fr/centrales-beton-chantier/>

**2 Chapitre II : APPROCHE THEMATIQUE :
CENTRE D'INNOVATION ET DE
DEVELOPPEMENT D'ENERGIE SOLAIRE.**

Introduction.

La thématique du centre d'innovation et de développement d'énergie solaire n'a pas été choisie par hasard, mais plutôt grâce aux recherches et suggestions de l'encadreur. J'ai été inspiré par Le Parc solaire Mohammed bin Rashid al-Maktoum que j'ai découvert sur le site Web. Je fournis moins d'informations sur le Parc (Complexe solaire) pour vous aider à comprendre.

➤ Fiche technique.

- Projet : complexe solaire.
- Emplacement : situé dans le désert du sud Dubaï, Émirat arabes unis.
- Mise en service : 2013.
- Type d'installation :
 - Centre d'innovation solaire.
 - Centrale solaire photovoltaïque.
 - Centrale solaire thermodynamique.



Figure 100. Centre d'innovation solaire, Dubaï, EAU.

Source : <https://www.tjeg.com/portfolio/dewa-solar-innovation-centre/>

➤ Caractéristique.

- Il utilise trois technologies pour produire de l'énergie propre :
 - ✓ Panneaux Solaire photovoltaïque 250 M Watt.
 - ✓ Tour Solaire concentrée 100 M Watt.
 - ✓ Système onduleur Parabolique 600M Watt.
- La plus grande capacité de stockage d'énergie.
- Il réduit 1,6 million de tonnes de carbone annuellement.

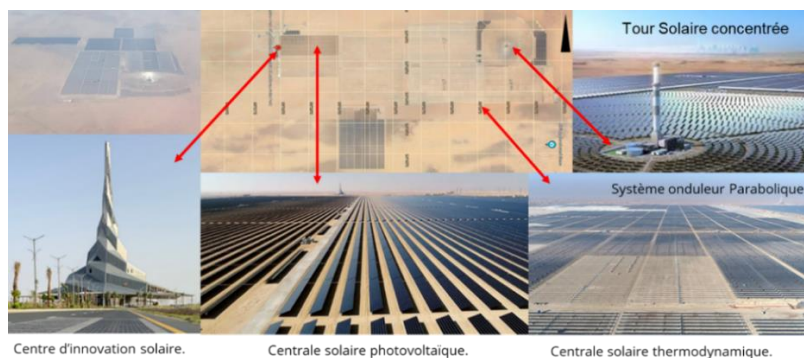


Figure 101. Complexe solaire.

- Le centre d'innovation est une composante du parc solaire Mohammed bin Rashid al-Maktoum à Dubaï et dans Le Monde, il s'agit d'un centre international d'innovation en matière de technologies propres pour promouvoir l'avenir de l'énergie durable.
- Objectifs de centre.
 - ✓ Promouvoir les dernières avancées en matière d'énergie renouvelable et propre.
 - ✓ Accompagner l'éducation en organisant des événements, des conférences, des séminaires et des ateliers.
 - ✓ Entreprendre une collaboration solide avec des écoles, des universités, des start-ups et des entreprises locales et internationales en matière de recherche, d'échange de connaissances et d'exposition.
 - ✓ Créer des voiles et créer une équipe d'innovation dans le domaine de l'énergie solaire.
- Programme de base de centre.

Pour développer les compétences et se préparer à la prochaine génération, le centre contient également des laboratoires de formation, des salles de conférences et des bibliothèques, une salle d'exposition avancée et des plateformes de créativité. Ainsi, ses fonctions comprennent la recherche, l'enseignement, la documentation, l'exposition et la communication.

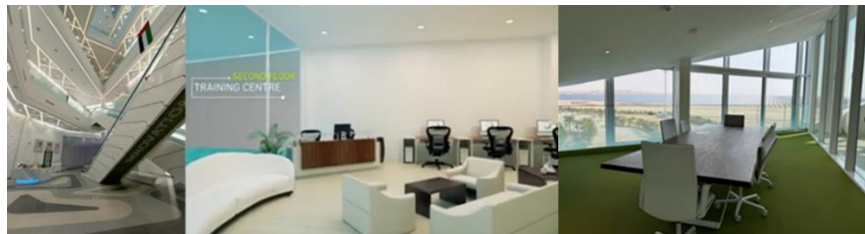


Figure 102. Espaces de centre d'innovation solaire.

2.1 Thématique.

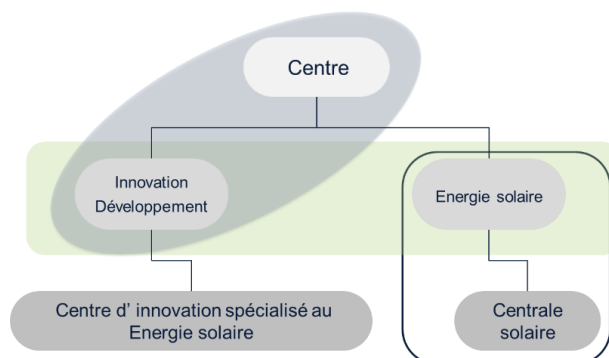


Figure 103. Organisation de thème.

Deux concepts principaux sont combinés dans la thématique ; l'énergie solaire et le centre d'innovation et de développement. Pour mieux comprendre, il est important de développer la relation entre les termes précédents :

Le Centre d'innovation et de développement de l'énergie solaire comprend une centrale solaire afin d'illustrer symboliquement l'énergie solaire et produire énergie propre pour son autoconsommation et son économie.

2.2 Centre d'innovation et de développement.

Pour bien répondre à cette question (qu'est-ce qu'un Centre d'innovation et de développement ?) on a défini les notions clés et on doit montrer la relation entre eux.

2.2.1 Innovation.

« L'innovation décrit la conception et la mise en œuvre d'idées et de technologies qui améliorent des biens et des services ou en rendent la production plus efficace »¹³

Innovation est l'introduction sur le marché d'un procédé nouveau ou significativement amélioré par rapport à ceux précédemment élaborés par l'unité légale.

2.2.2 Développement.

« Ensemble des étapes liées à la recherche de l'innovation (conception, mise au point et fabrication d'un nouveau produit) »¹⁴

2.2.3 Innovation et développement.

La relation entre innovation et développement a été définie par l'ECB car l'innovation dans un domaine de recherche est la conséquence du développement : « De nouvelles idées et technologies sont conçues et mises en œuvre, ce qui accroît la production avec les mêmes intrants. L'augmentation de la production de biens et services pousse les salaires et la rentabilité des entreprises à la hausse »¹⁵

2.2.4 Centre.

Dans le langage de l'architecture, un bâtiment public ayant une fonction telle que l'éducation, la culture et le sport. Les individus se rencontrent pour échanger des idées et exprimer des opinions dans divers domaines dans lesquels le centre se spécialise. Il est considéré comme l'un des bâtiments de soutien (Structures d'appui ou infrastructure).

¹³ <https://www.ecb.europa.eu/ecb/educational/explainers/tell-me-more/html/growth.fr.html>

¹⁴ <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/recherche-d%C3%A9veloppement/67013>

¹⁵ <https://www.ecb.europa.eu/ecb/educational/explainers/tell-me-more/html/growth.fr.html>

2.2.5 Centre d'innovation et de développement.

Espace ouvert, modulable et transformable qui rappelle les tirs-lieu et favorise la mixité des publics et la créativité, Lieu pour se rencontrer, se documenter, apprendre, Travailler contribuer à des projets ou assister à des événements.

2.3 Énergie solaire.

On peut dire « Transformation de l'énergie solaire en électricité ou en chaleur à partir de panneaux ou de capteurs solaires. Le soleil, principale source des différentes formes d'énergies renouvelables disponibles sur terre »¹⁶

2.3.1 Types d'utilisation d'énergie solaire.

Sur notre Terre, il existe plusieurs types d'utilisation d'énergies solaires on va citer :

- Énergie passive pour éclairage naturel quotidien.
 - Énergie thermique pour chauffage domestique.
 - Énergie photovoltaïque.
 - Énergie thermodynamique.
- } Production de l'électricité

2.3.2 Énergie solaire passive.

« Ce type d'énergie va être utilisé pour le chauffage, pour l'éclairage naturel et la climatisation des locaux. Son fonctionnement : l'énergie lumineuse du soleil qui pénètre à l'intérieur des pièces par les fenêtres et qui est absorbée par les murs mais aussi par les meubles, par les planches, est rejetée sous forme de chaleur »¹⁷

2.3.3 Énergie solaire thermique.

« Elle produit de la chaleur à partir du rayonnement solaire infrarouge afin de chauffer de l'eau ou de l'air. On utilise dans ce cas des capteurs thermiques qui relèvent

¹⁶ Polycopié de cours/Titre : Energies Renouvelables. / Préparé par : Dr SAIDI Hemza. Année universitaire 2016/2017/PDF/https://www.univ-chlef.dz/ft/wp-content/uploads/2020/04/Polycopi%C3%A9_SAIDI-Hemza.pdf

¹⁷MEMOIRE : Etude d'une centrale solaire thermique/<https://biblio.univ-annaba.dz/ingeniorat/wp-content/uploads/2017/12/KHADRAOUI-ZAKARIA.pdf> /Année 2017

d'une toute autre technologie. Dans le langage courant, ce sont des « chauffe-eau solaires » ou des « capteurs à air chaud »¹⁸

2.3.4 Énergie solaire photovoltaïque.

Les panneaux photovoltaïques sont composés des cellules solaires (PV) à base de silicium, et qui ont la capacité de transformer les photons en électrons. « Principe de fonctionnement lorsqu'une cellule solaire photovoltaïque est soumise au rayonnement solaire, les photons contenus dans le rayonnement absorbé apportent de l'énergie qui libère des électrons de la couche du semi-conducteur de la cellule. C'est le mouvement des électrons libérés qui produit le courant électrique. Ce processus de conversion de lumière en électricité est appelé l'effet photovoltaïque »¹⁹.

2.3.5 Énergie solaire thermodynamique.

« Le solaire mécanique concerne les appareils qui transforment un rayonnement solaire "directement" en mouvement mécanique qui soit, pourra servir directement, soit sera transformé en électricité »²⁰. « Qui fonctionne sur le principe de concentration des rayons solaires au moyen des miroirs galbés, en un foyer placé sur une tour qui emmagasine les calories pour les restituer ensuite sous forme mécanique à l'aide d'une turbine à vapeur par exemple »²¹

2.4 Énergie solaire en Algérie.

« Le programme national de développement des énergies renouvelables (ENR), adopté en 2011 puis révisé en 2015, ambitionne d'atteindre, à l'horizon 2030, une puissance totale de 22000 Mégawatts (MW) dédiés à la seule consommation locale. Il prévoit, pour cela, de mettre en œuvre un large éventail de filières technologiques où le photovoltaïque (PV) et l'éolien se taillent la part du lion avec respectivement 13575 MW et 5010 MW, le

¹⁸ Polycopié de cours. Titre : Energies Renouvelables/Dr SAIDI Hemza/2016/201/ PDF / https://www.univ-chlef.dz/ft/wp-content/uploads/2020/04/Polycopi%C3%A9_SAIDI-Hemza.pdf

¹⁹ Polycopié Energies Renouvelables/Dr. ABDEREZZAK Bilal/ Janvier 2017/ <http://dspace.univ-chlef.dz/handle/123456789/1233> PDF

²⁰ Polycopié Energies Renouvelables/Dr. ABDEREZZAK Bilal/ Janvier 2017 <http://dspace.univ-chlef.dz/handle/123456789/1233> /PDF

²¹ Polycopié de cours. Titre : Energies Renouvelables/Dr SAIDI Hemza/2016/201/ PDF / https://www.univ-chlef.dz/ft/wp-content/uploads/2020/04/Polycopi%C3%A9_SAIDI-Hemza.pdf

reste étant réparti entre le thermo-solaire (CSP), la biomasse, la cogénération et la géothermie »²².

2.5 Potentiel d'Énergie solaire en Algérie.

« De par sa situation géographique l'Algérie dispose d'un des gisements solaires les plus élevés au monde. La durée d'insolation sur la quasi-totalité du territoire national dépasse les 2000 heures annuellement et peut atteindre les 3900 heures (hauts plateaux et Sahara) L'énergie reçue quotidiennement sur une surface horizontale de 1m² est de l'ordre de 5 KWh sur la majeure partie du territoire national soit près de 1700KWh/m/an au Nord et 2263 kWh/m/an au Sud du pays »²³

« L'Algérie possède l'un des gisements solaires les plus importants au monde. Il est caractérisé par une durée d'ensoleillement de plus de 2000 h/an, voire 3900 h/an dans hauts plateaux et Sahara, ainsi énergie reçue sur 1 m² = 5 KWh/j, soit près de 1700 KWh/m²/an au Nord et 2263 KWh/m²/an au sud du pays »²⁴.

Régions	Région côtière	Hauts plateaux	Sahara
Superficie (%)	4	10	86
Durée moyenne d'ensoleillement (Heures/an)	2650	3000	3500
Energie moyenne reçue (KWh /m ² /an)	1700	19000	2650

Figure 104. Tableau de potentiel solaire en Algérie.

Source : Polycopie de cours Applications et dimensionnement des systèmes à énergies renouvelables/ Dr SAIDI Hemza.PDF.

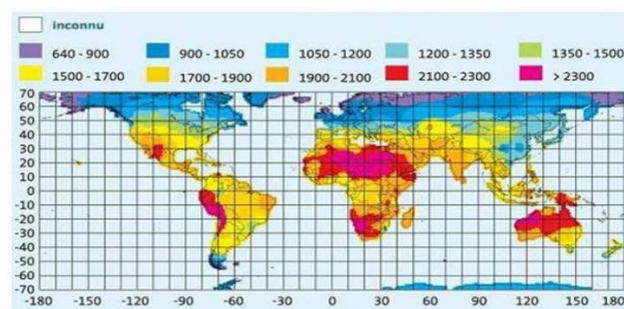


Figure 105. Rayonnement dans le monde (kWh/m² .an).

²² Polycopié de cours. Titre : Energies Renouvelables/Dr SAIDI Hemza/2016/201/ PDF / https://www.univ-chlef.dz/ft/wp-content/uploads/2020/04/Polycopi%C3%A9_SAIDI-Hemza.pdf

²³ Polycopié de cours. Titre : Energies Renouvelables/Dr SAIDI Hemza/2016/201/ PDF / https://www.univ-chlef.dz/ft/wp-content/uploads/2020/04/Polycopi%C3%A9_SAIDI-Hemza.pdf

²⁴ Polycopie de cours Applications et dimensionnement des systèmes à énergies renouvelables/ Dr Boutlilis Fatima/2021/p9.

2.6 Centrale solaire.

« Une centrale solaire est une installation de production d'électricité verte pouvant fabriquer une grande quantité d'énergie en utilisant le rayonnement solaire. L'énergie produite peut alimenter des entreprises, l'industrie et des logements en électricité aussi bien qu'en eau chaude »²⁵.

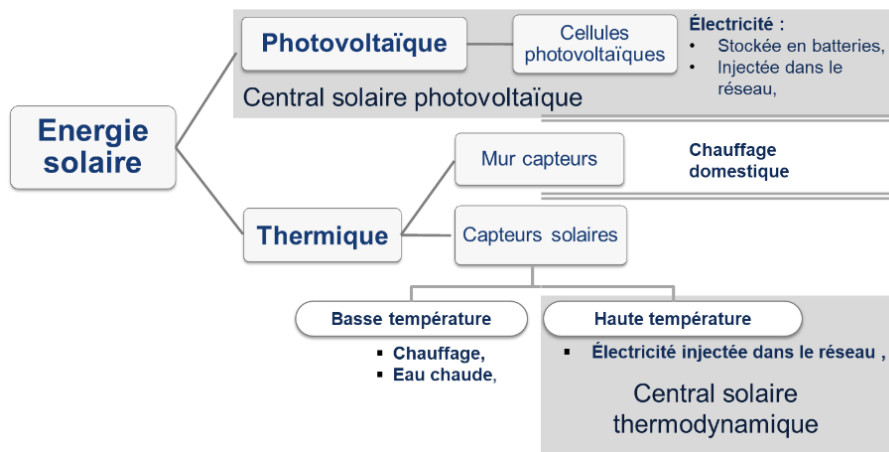


Figure 106. Types d'énergie solaire.

Source : L 'auteure.

Pour on définit le principe de fonctionnement de central solaire on doit comprendre les types des centrales :

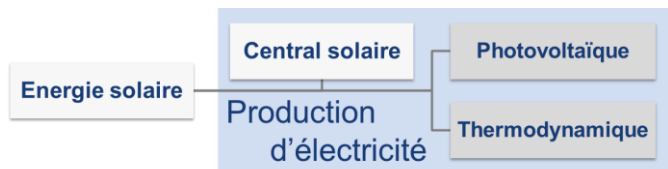


Figure 107. Types des centrales solaires.

Source : L 'auteure.

2.6.1 Centrale solaire photovoltaïque.

« Champ de panneaux solaires photovoltaïques dont le but est également de produire de l'électricité »²⁶.

2.6.2 Motivation de choix de Centrale solaire photovoltaïque.

²⁵ <https://www.quelleenergie.fr/economies-energie/panneaux-solaires-photovoltaïques/centrale-solaire>

²⁶ MEMOIRE : Etude d'une centrale solaire thermique/<https://biblio.univ-annaba.dz/ingeniorat/wp-content/uploads/2017/12/KHADRAOUI-ZAKARIA.pdf> /Année 2017

a Fonctionnement d'une centrale solaire photovoltaïque.

« Une centrale solaire photovoltaïque est composée d'un grand nombre de panneaux solaires reliés entre eux afin de capter les rayons du soleil et les transformer en électricité. Le courant continu est ensuite converti en courant alternatif à travers des onduleurs. Enfin, les transformateurs électriques élèvent la tension (de Basse Tension en Moyenne Tension ou Haute Tension) afin que le poste de livraison électrique puisse délivrer le courant électrique au réseau de distribution »²⁷.

Fonctionnement d'une centrale photovoltaïque

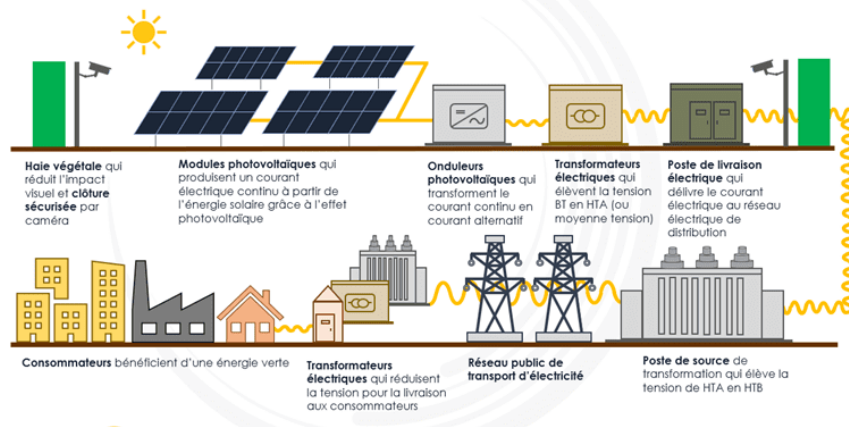


Figure 108. Fonctionnement d'une centrale photovoltaïque.

Source : <https://www.gdsolaire.com/une-centrale-photovoltaïque-cest-quoi-et-comment-ca-fonctionne/>

b Avantages et inconvénients d'une centrale photovoltaïque.²⁸

➤ Avantages :

- Conversion directe d'énergie solaire gratuite et inépuisable en électricité.
- Possibilité d'adaptation de la taille de l'installation aux besoins existants, avec possibilité d'extension à la demande, au fur et à mesure que le besoin énergétique augmente.
- Sécurité absolue si l'installation est conforme.
- Le risque de choc électrique est réduit en 12 ou 24 Vcc et le risque d'incendie est moindre qu'avec les groupes électrogènes alimentés au kérosène ou au fuel.

➤ Inconvénients :

²⁷ <https://www.gdsolaire.com/une-centrale-photovoltaïque-cest-quoi-et-comment-ca-fonctionne/>

²⁸ Polycopie de cours Applications et dimensionnement des systèmes à énergies renouvelables/ Dr Boutlilis Fatima/2021/p16 et 17.

- Sa puissance limitée est variable selon la saison (conditions météorologiques), entraînant une diminution de la consommation suite à la baisse de la production, au risque de détruire la batterie par décharge profonde.
- Lorsque les conditions sont favorables à la production et que toute la capacité de stockage est totalement utilisée, l'arrêt de la production, donc le délestage semble la seule solution. Ces systèmes sont plus coûteux à cause des batteries.
- Le coût initial des systèmes PV est élevé, même si la rentabilité à long terme est assurée. De même l'électricité solaire photovoltaïque n'est pas économiquement viable pour les charges thermiques de type cuisson, chauffage, ou repassage.

2.7 Analyse des exemples thématiques

2.7.1 Présentation et critères du choix des exemples thématiques.

a Critère de choix des exemples thématique.

On a choisi les exemples sous les critères suivants :

Capacité d'accueil pour les projets de centre et les laboratoires de l'énergie solaire, l'échelle d'appartenance qu'est nationale, type de projet et sa situation et richesse de programme et les objectifs puisque chaque exemple présente ses propres particularités de concept architecturale et son importance niveau national et mondial.

b Présentation des exemples thématique.

J'ai sélectionné deux exemples internationaux pour le centre d'innovation et un exemple national pour centrale solaire (parc photovoltaïque).

- Exemple 1 : Chu Hall ; Centre de recherche sur l'énergie solaire.
- Exemple 2 : HELIOS ; l'Institut National de l'Énergie Solaire (INES).
- Exemple 3 : Central solaire d'el Kheng Laghouat.

2.7.2 Exemple 1 : Chu hall ; Centre de recherche sur l'énergie solaire.

a Fiche technique.



- Laboratoire, centre de recherche, université Berkeley, Etats-Unis.
- Architectes : Smith Group.
- Surface de 3623 m²
- Livré en : 2015.

Figure 109. Chu hall ; Centre de recherche sur l'énergie solaire.

Source : <https://www.archdaily.com/775388/chu-hall-solar-energy-research-center-smithgroupjjr>

- Gabarit : trois niveaux à partir de sous-sol à l'étage.
- Capacité d'accueil 100 chercheurs.
- L'archelle d'appartenance : national.
- Type de projet : Pédagogique.
- Programme : Laboratoires d'assistance, Bureaux, Interaction.
- Objectif : le plus grand programme de recherche du pays dédié au développement d'une technologie de production artificielle de combustible solaire.

a Analyse de site de Chu Hall.



Laboratoire est situé à campus d'université de Berkeley.

Orientation de laboratoire : Est – Ouest.

Figure 110. Site de Chu Hall.

Source : L'auteure.

Il est bien orienté puisque a bon ensoleillement pour toute année même aussi l'éclairage naturel est bien étudié (son orientation est Est-Ouest), aussi la ventilation de laboratoire est prise en considération par sa position par rapport les vents dominants Ouest. **(Figure. 111)**

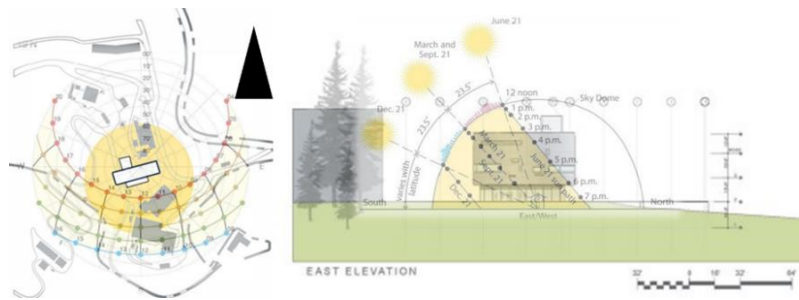


Figure 111. Orientation et ensoleillement de Chu Hall.

Source : L 'auteure.

b Analyse des plans.

« Chu Hall comporte trois éléments architecturaux, chacun situé sur l'un des trois niveaux du bâtiment »²⁹.

➤ Sous-sol.

« Le niveau 1 est le « socle » souterrain, qui occupe plus de 50 % de la superficie totale et est conçu pour être un espace à très faibles vibrations pour abriter des laboratoires sensibles à la lumière et aux vibrations »³⁰.

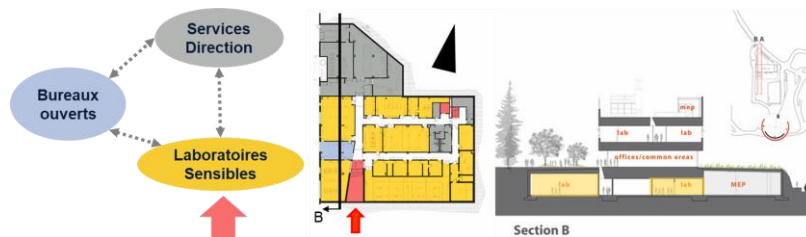


Figure 112. Sous-sol de Chu Hall.

Source : L 'auteure.

➤ RDC

« Le niveau 2, situé au rez-de-chaussée, est le (Breezeway). Conçu pour favoriser l'interaction interdisciplinaire, c'est l'emplacement de la porte principale et du hall d'entrée, des bureaux partagés pour les chercheurs principaux, des cabines pour les chercheurs en théorie et des petites et grandes salles de conférence »³¹.

²⁹ <https://www.archdaily.com/775388/chu-hall-solar-energy-research-center-smithgroupjjr>

³⁰ <https://www.archdaily.com/775388/chu-hall-solar-energy-research-center-smithgroupjjr>

³¹ <https://www.archdaily.com/775388/chu-hall-solar-energy-research-center-smithgroupjjr>

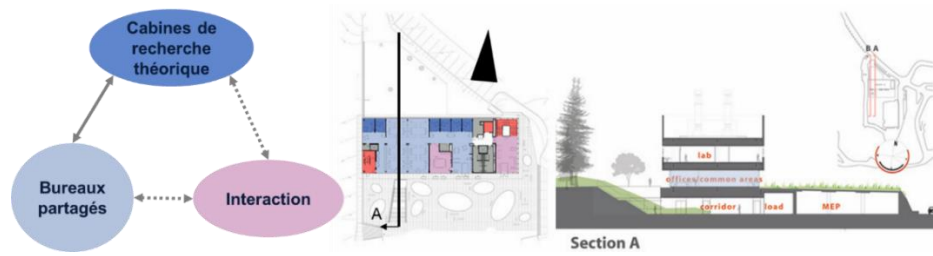


Figure 113. RDC de Chu Hall.

Source : L 'auteure.

➤ Etage.

« Le niveau 3 est le « Corona », une forme rectangulaire simple qui abrite des espaces de laboratoire humides ainsi que des recherches visant à développer la technologie nécessaire pour assembler des composants à l'échelle nanométrique en systèmes actifs »³².

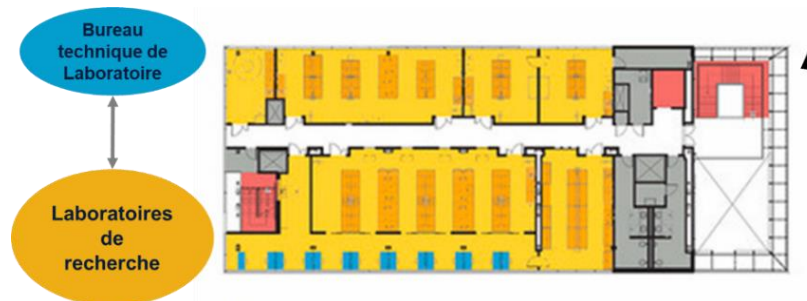


Figure 114. Etage de Chu Hall.

Source : L 'auteure.

c Caractéristiques.

Vitrages économes en énergie et à faible émissivité sont utilisés à l'extérieur.

« Caractéristiques de durabilité de Chu Hall comprennent un toit vert dans les parties nord et sud du niveau 1 pour fournir des qualités d'isolation thermique et minimiser les gains de chaleur, ainsi qu'un axe est-ouest avec la plus petite façade orientée au sud »³³.

« Le développement sur place a été réduit en utilisant un parking adjacent, permettant de minimiser les zones pavées et davantage de plantations indigènes »³⁴.

2.7.3 Exemple 2 : HELIOS ; nouveau siège de l'Institut National de l'Énergie Solaire (INES)

³² <https://www.archdaily.com/775388/chu-hall-solar-energy-research-center-smithgroupjjr>

³³ <https://www.archdaily.com/775388/chu-hall-solar-energy-research-center-smithgroupjjr>

³⁴ <https://www.archdaily.com/775388/chu-hall-solar-energy-research-center-smithgroupjjr>

« L'Institut national de l'énergie solaire réunit des équipes de chercheurs qui travaillent sur l'optimisation de toute la filière de l'industrie solaire photovoltaïque, des cellules aux systèmes, du bâtiment à énergie positive à la mobilité solaire. L'institut intervient dans plusieurs domaines de l'énergie solaire : photovoltaïque, thermique (chaud et froid solaire) et solaire passif (gestion de l'énergie dans le bâtiment et l'efficacité énergétique) »³⁵.



Figure 115. HELIOS ; nouveau siège de l'Institut National de l'Énergie Solaire (INES)

Source : <https://www.archdaily.com/605566/ines-french-national-solar-energy-institute-atelier-michel-remon-agence-frederic-nicolas>

Fiche technique.

- Nom du projet : HÉLIOS, Direction et laboratoires de l'Institut National de l'Énergie Solaire à Chambéry sur le site Savoie Technolac.
- Adresse : avenue du lac Léman, Bourget du Lac, Chambéry (73) Laboratoire, immeubles de bureaux INES Université de Savoie France.
- Maîtrise d'œuvre : Architectes ; Michel Rémon - architecture mandataire et Frédéric Nicolas - architecte associé.
- Maîtrise d'ouvrage : Conseil générale de Savoie, pour INES.
- Surface : 7 500 m² SHON. / surface : 4500 m² bâti.
- Livré en décembre 2013.
- Gabarit : R+2.
- Capacité d'accueil 350 chercheurs.
- L'archelle d'appartenance : National.
- Type de projet : pédagogique, Académique.
- Objectif : « HELIOS abrite le siège social de l'Institut National de l'Énergie Solaire (INES) dont l'objectif est de favoriser le développement de l'énergie solaire. Le

³⁵ <https://www.ecosources.org/@institut-national-de-l-energie-solaire>

bâtiment abrite les laboratoires de l'institut, les bureaux des directeurs ainsi que les services administratifs et le service de formation »³⁶.

- Programme : « bâtiment tertiaire comprenant l'administration de l'INES, des laboratoires de recherche ainsi qu'un secteur formation. Laboratoires, salles d'enseignement et administration »³⁷.
- Particularités : « il s'agit d'un bâtiment emblématique à très basse consommation d'énergie organisé autour d'un atrium central (zéro énergie fossile, zéro émission de CO₂, zéro fluide frigorigène) »³⁸.

a Analyse de site de HELIOS.

HELIOS Situé à l'extrémité sud de Savoie Technolac la ville de Chambéry. Le Bourget-du-Lac, France.

Figure 116. Situation de HELIOS.

Source : L 'auteure.

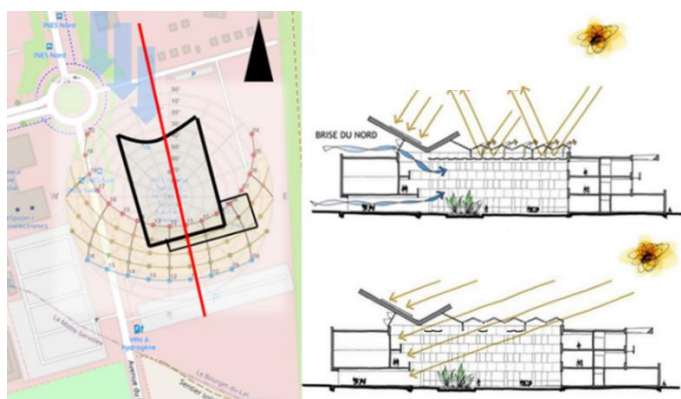


Figure 117. Études d'orientation et d'enseillement de HELIOS.

Source : L 'auteure.

b Analyse des plans.

Le bâtiment est développé en deux étages, il s'organise autour d'un atrium traversé de passerelles et animé d'escaliers monumentaux.

Le bâtiment est orienté sur l'axe Nord-Sud, il est bien intégré dans l'environnement.

L'étude d'enseillement de bâtiment est bien faite, même c'est pour la ventilation.

³⁶<https://www.archdaily.com/605566/ines-french-national-solar-energy-institute-atelier-michel-remon-agence-frederic-nicolas>

³⁷ DOSSIER DE PRESSE (HÉLIOS) https://tecsol.blogs.com/files/dp-ines_20141216_bd.pdf p3

³⁸ DOSSIER DE PRESSE (HÉLIOS) https://tecsol.blogs.com/files/dp-ines_20141216_bd.pdf p3

« Le bâtiment est composé d'un plan en anneau continu minimisant les (développés) de façade. Cette compacité du plan et de la coupe apporte aux usagers une proximité des lieux de travail, une convivialité propice à l'activité de recherche. L'espace intérieur traité en atrium acquiert un climat spécifique définissant sa lumière, sa spatialité, son ambiance. Ce paysage intérieur est proposé comme un lieu (en plus). Traité comme un écrin, l'atrium devient le cœur du projet, son foyer, à la fois lieu à vivre et (machine) énergétique »³⁹

➤ RDC.

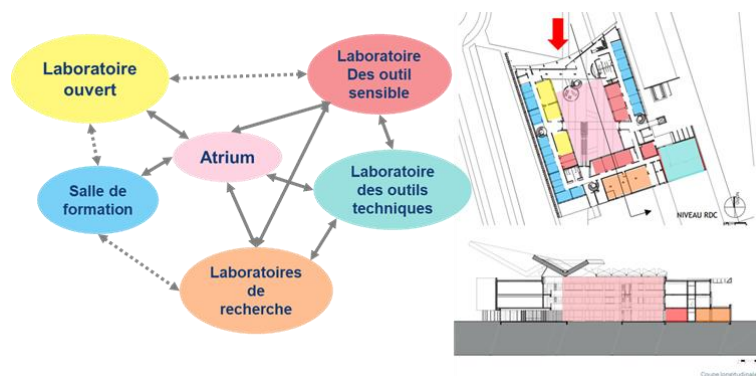


Figure 118. RDC de HELIOS.

Source : L 'auteure.

➤ Étages : Les laboratoires de recherche occupent la plupart des espaces.

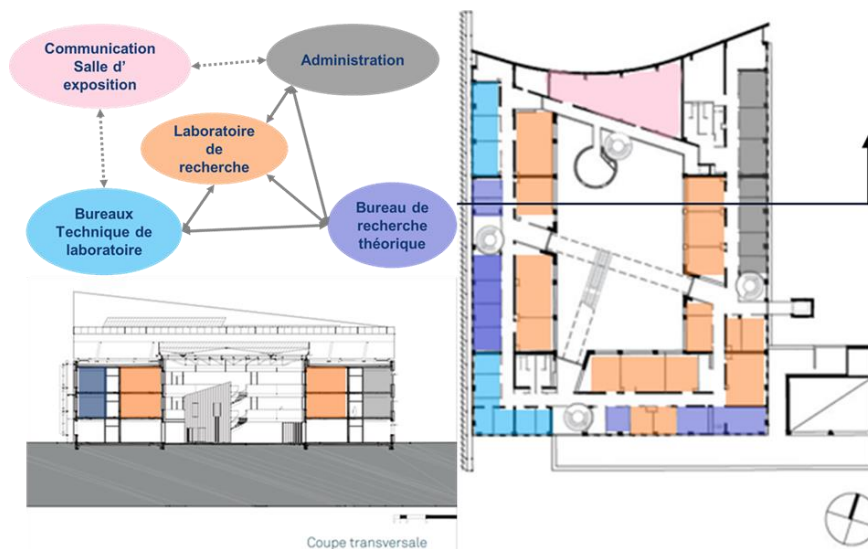


Figure 119. Étages de HELIOS.

Source : L 'auteure.

³⁹DOSSIER DE PRESSE « HÉLIOS » https://tecsol.blogspot.com/files/dp-ines_20141216_bd.pdf p6

c Volume / façades.

Double géométrie confère au bâtiment une forme complexe et une identité architecturale forte ;



Figure 120. Façade principale.

Source : <https://www.archdaily.com/605566/ines-french-national-solar-energy-institute-atelier-michel-remon-agence-frederic-nicolas>

Ses quatre façades, homogène, toutefois été pensées individuellement pour répondre à leurs propres problématiques d'orientation.

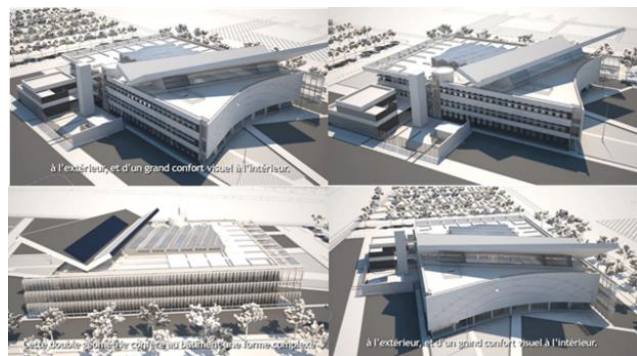


Figure 121. Volumétrie de HELIOS.

d L'intégration

« D'un point de vue architectural, urbain et paysager, la forme du bâtiment s'adapte bien au paysage urbain du parc scientifique et technologique. Elle prend en compte la géographie locale, l'environnement urbain, le sol et l'horizon. Les différentes façades sont conçues en harmonie avec l'environnement. La façade avenue met en valeur l'ampleur du bâtiment, tandis que la façade nord se distingue du parvis par l'utilisation de la lumière pour éclairer l'atrium »⁴⁰.

⁴⁰<https://www.archdaily.com/605566/ines-french-national-solar-energy-institute-atelier-michel-remon-agence-frederic-nicolas>



Figure 122. Forme du bâtiment et paysage urbain du parc scientifique et technologique.

Source : <https://www.archdaily.com/605566/ines-french-national-solar-energy-institute-atelier-michel-remon-agence-frederic-nicolas>

e Confort visuel.

La conception des baies vitrées et leur protection solaire (associant l'éclairage naturel et le confort thermique) limitent le recours à des dispositifs de rafraîchissement ou de climatisation actifs. « La façade ouest est visible depuis le boulevard, la gestion de l'ensoleillement est plus complexe, Pour répondre à ce double problématique ; une façade mobil, composée de grandes lames de brises soleil sérigraphiées, est orientée automatiquement en fonction du soleil, conférant au bâtiment une façade d'une grande beauté à l'extérieur, et d'un grand confort visuel à l'intérieur »⁴¹.



Figure 123. Façade mobil par lames de verre orientables.

Source : L'auteure

f Confort thermique.

⁴¹ <https://www.dailymotion.com/video/xz5ir9>

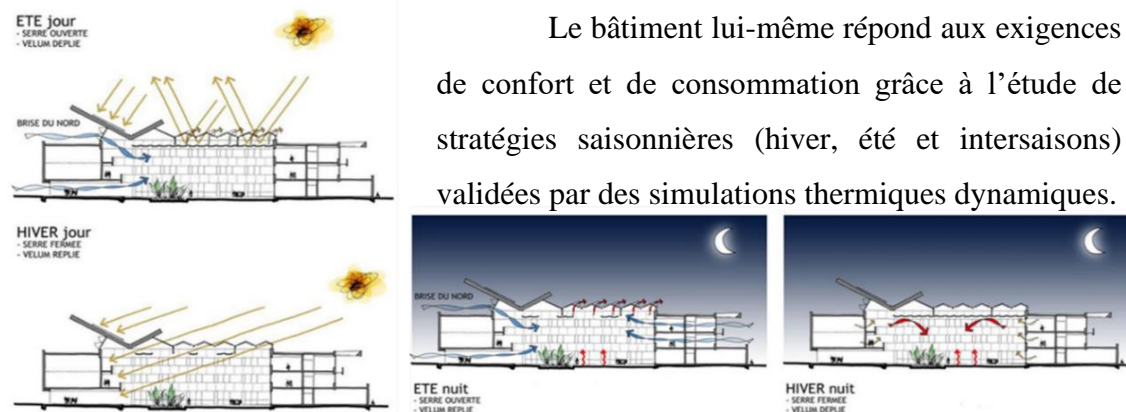


Figure 124. Confort thermique de HELIOS.

2.7.4 Synthèse d'analyse des exemples thématique de centre d'innovation et de développement d'énergie solaire.

- ✓ Désigne : donne un esprit de science et de future.
- ✓ Situation : situer dans un contexte pédagogique ou Académique.
- ✓ Surface : 4000 m² pour accueillir 100 chercheurs.
- ✓ Gabarie : R+1.
- ✓ Orientation : pour offrir le confort thermique orientation doit être sur axe Est -Ouest.
- ✓ L'archelle d'appartenance : national.
- ✓ Durée de fréquentation : 8 heures par jour ; 5 jours par semaine ; 12mois par année.
- ✓ Programme : Laboratoires de recherche (opérationnel), laboratoire technique, Bureaux. Salle de formation.
- ✓ Programme de base de centre d'innovation et de développements d'énergie solaire.

(Tableau 9).

- ✓ Les fonctions principales : recherche, formation (apprentissage), recherche, documentation, exposition.

Fonctions	Activité	Espace	Usager / utilisateur
Accueil Communication	Informar Accueillir	Atrium Réception	Utilisateurs et usagers
Administration	Organiser Coordonner Informar	Bureaux Salle de renions Archive	Administrateurs Chercheurs
Exposition	Innover	Salle d'exposition	Utilisateurs et usagers
Projection	Inspirer	Salle de confiance	Utilisateurs et usagers
Recherche	Réfléchir Exercer, Développer	Laboratoire opérationnel Laboratoire technique	Chercheurs Universitaire
Documentation	Consulter/ Lire	Bibliothèque	Utilisateurs et usagers

Formation Apprentissage	Apprendre Exercer	Salle d'atelier Laboratoire	Étudiant
----------------------------	----------------------	--------------------------------	----------

Tableau 9. Programme de base de centre d'innovation et de développement.

Source : L'auteure.

✓ Organigramme fonctionnel :

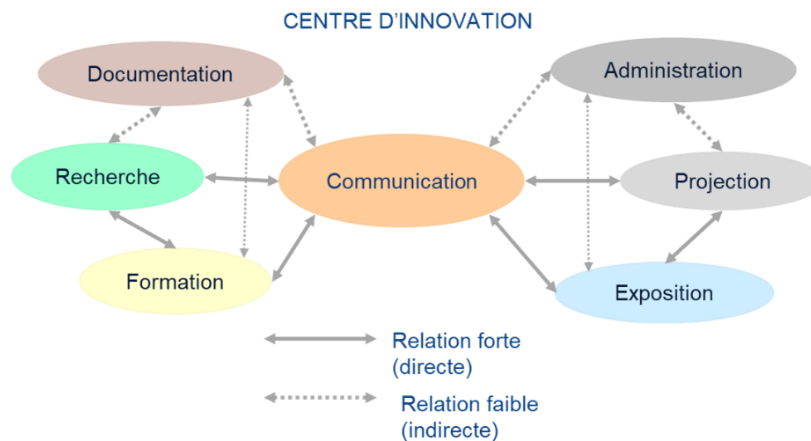


Figure 125 . Organigramme fonctionnel.

Source : L'auteure.

2.7.5 Exemple 3 : Centrale solaire photovoltaïque El Kheneg ; Laghouat, Algérie.

De par sa situation géographique, l'Algérie dispose d'une des réserves d'énergie solaire les plus élevées au monde (05 milliards de GWh/an), avec une période d'ensoleillement sur le désert et les hauts plateaux pouvant dépasser les 3000 heures/an, selon les spécialistes. Dans le cas de Laghouat, elle dépasse les 2800 heures/an.

La construction de la centrale photovoltaïque de Laghouat, d'une puissance de 20 + 40 MW, fait partie du Programme National des Energies Renouvelables et de l'Efficacité Energétique.

Fiche technique.



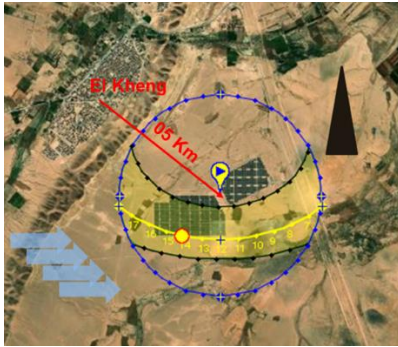
- Nom officiel CPV-EKP.
- Propriétaire : SONELGAZ
- Type : centrale électrique.
- Catégorie : industrie
- Lieu : El Kheneg, Daïra Ain Madhi, willaya de Laghouat Algérie.

Figure 126. Centrale solaire photovoltaïque El Kheneg ; Laghouat, Algérie.

Source : <https://fr.otec-engineering.com/project/el-khneg---laghouat---solar-plants---60mw---algeria>

- Commencer la construction 2014.
- Livré en : 8 avril 2016.
- Capacité :60 MW.
- Surface de 120 hectares.
- Latitude ;33° 43' 40" Nord.
- Longitude ;2° 48' 38" Est.
- Angle d'inclinaison : 33°.
- Puissance du panneau : 250 watts.

a Analyse de site de centrale solaire photovoltaïque.



Centrale se trouve à 5 km de la commune d'El Khneg et à 10 km de la ville de Laghouat.

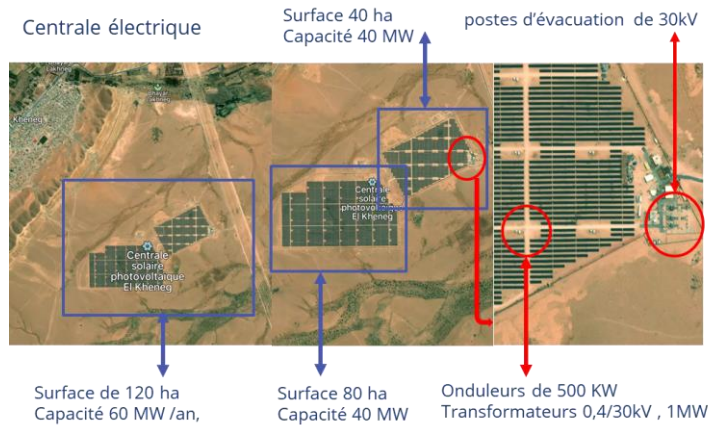
Elle est bien située, car elle bénéficie d'un ensoleillement constant tout au long de l'année.

Figure 127.Site de centrale solaire photovoltaïque.

Source : L 'auteur.

b Description de centrale.

Elle occupe une superficie de 120 hectares et produit plus de 280 mégawattheures en moyenne par jour d'électricité avec une capacité de 60 mégawatts. Il contient plus de 240 000 panneaux solaires répartis en 5 460 réseaux, 2 040 boîtes de connexion sur trois niveaux, 120 onduleuses et 60 transformateurs. Il est relié au réseau de transport d'électricité haute tension 60 kV via une station de relevage qui contient 03 transformateurs d'une capacité de 20 MVA chacun. Elle emploie 77 travailleurs, dont 19 employés appartenant à l'entreprise responsable de la gare, SKTM, le reste étant des agents de sécurité.



Centrales photovoltaïques de 20MW et 40MW comprenant : Modules photovoltaïques Fabriqué en Silicium Poly cristallin, fixés sur des structures porteuses de type fixe.

Figure 128. Description de centrale photovoltaïque.

Source : L 'auteure.

- ✓ Onduleurs de 500 KW, Transformateurs 0.4/30kV, 1MW et 2 postes d'évacuation de 30kV.
- Station 1 :
 - Capacité : 20 MW.
 - Puissance : 100 MWh/jour.
 - N° de panneaux solaires : 80000.
 - Superficie : 40 hectares.
- Station 2 :
 - Capacité : 40 MW.
 - Puissance : 200 MWh/jour.
 - N° de panneaux solaires : 160000.
 - Superficie : 80 hectares.

c Organigramme fonctionnel et spécial.

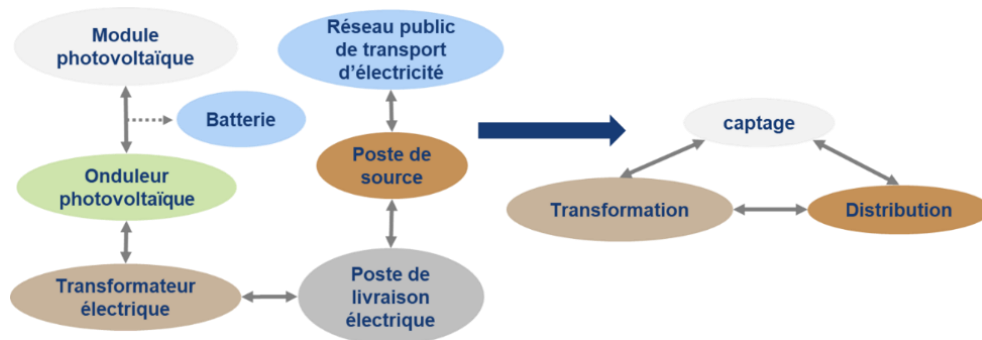


Figure 129. Organigramme fonctionnel /spécial de centrale photovoltaïque.

Source : L 'auteure.

2.7.6 Synthèse d'analyse d'exemple de centrale solaire photovoltaïque.

- Surface : 1 Ha pour production de 0.5 MWh/an.
- Orientation : pour offrir captage maximale des rayons solaires ; on oriente centrale solaire vers le Sud.

- L'archelle d'appartenance : de projet de centre d'innovation et de développement d'énergie solaire.
- Durée de production : selon la durée de la journée.
- Programme : captage, stockage, transformation, alimentation électrique vers le centre d'innovation (distribution).

Fonctions	Activité	Espace	Usager / utilisateur
Captage	Absorbation	Photovoltaïque	Technicien Ingénieure
Transformation	Changer Former	Onduleur Photovoltaïque	
Stockage	Réserver conserver	Batterie banc	
Distribution	Injection	Poste de livraison	

Tableau 10. Programme de base de centrale solaire photovoltaïque.

Source : L'auteure.

- Organigramme fonctionnel :

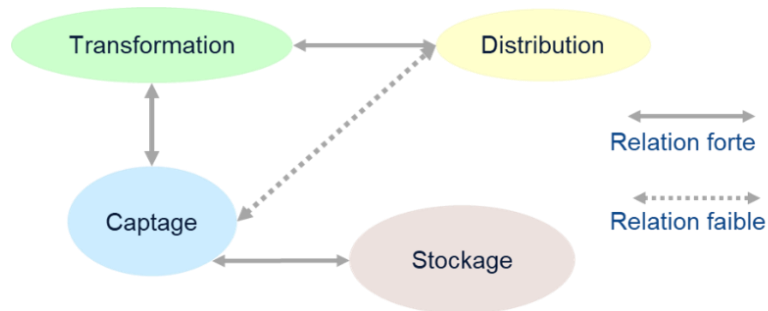


Figure 130. Organigramme fonctionnel de centrale solaire.

Source : L'auteure.

Conclusion.

La recherche thématique n'est pas encore achevée, mais plutôt commencée par les dernières synthèses. Ainsi, nous avons organisé et ouvert un autre chapitre pour définir le programme spécifique du projet. Cependant, avant tout, on analyse le site d'intervention qui contribuera au programme.

**3 Chapitre III : APPROCHE CONTEXTUELLE :
ANALYSE CONTEXTE PHYSIQUE ET NATUREL
DE SITE D'INTERVENTION.**

Introduction.

La ville de Sidi Bel Abbès est qualifiée pour recevoir le centre d'innovation et de développement d'énergie solaire, parce qu'il inclut dans son campus universitaire certaines des spécialisations sont liées à l'énergie solaire non seulement pour cela, mais aussi pour l'existence de l'entreprise nationale des industries électroniques ENIE qui fabrique des panneaux photovoltaïques, Bien que le climat et morphologie et topographie de la ville sont propices au projet.

3.1 Wilaya de Sidi Bel Abbès.

« La wilaya de Sidi Bel Abbès est située au nord-ouest de l'Algérie et s'étend sur superficie de 9150,63 km² ; elle occupe environ 15% du territoire de la région nord-ouest du pays »⁴². « Sa position centrale la propulse au rang de région-relai par excellence »⁴³. Elle est limitée⁴⁴ :

- Au nord, par la wilaya d'Oran.
- Au nord-ouest, par la wilaya d'Ain Témouchent.
- Au nord-est, par la wilaya de Mascara.
- A l'ouest, par la wilaya de Tlemcen.
- A l'est, par les wilayas de Mascara et Saida.
- Au sud, par les wilayas de Naama et El-Bayad ;
- Au sud-est, par la wilaya de Saida.

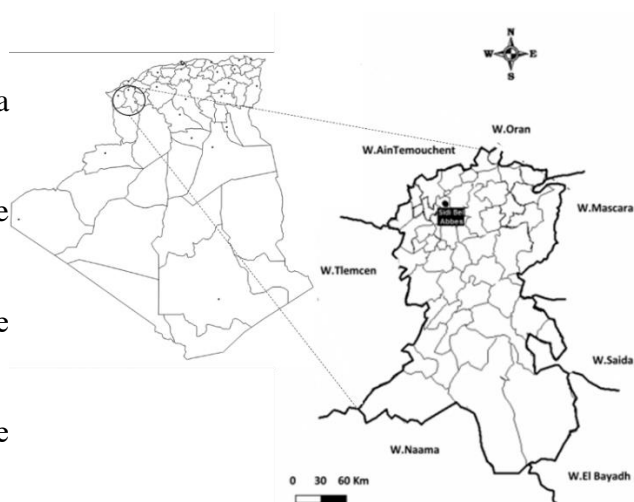


Figure 131. Wilaya de Sidi Bel Abbès.

Source : L 'auteure.

3.2 Ville de Sidi Bel Abbès.

⁴²<https://www.aniref.dz/DocumentsPDF/monographies/MONOGRAPHE%20WILAYA%20SIDI%20BEL%20ABBES.pdf> p4

⁴³<https://www.aniref.dz/DocumentsPDF/monographies/MONOGRAPHE%20WILAYA%20SIDI%20BEL%20ABBES.pdf> p4

⁴⁴<https://www.aniref.dz/DocumentsPDF/monographies/MONOGRAPHE%20WILAYA%20SIDI%20BEL%20ABBES.pdf> p4

C'est une commune à willaya de Sidi Bel Abbès et sa chef -lieu de la willaya, centre commercial et industriel dynamique, elle est située au Nord de la wilaya sur les premiers plateaux au sud du Tell sur les rives d'oued Mekerra. Elle est située à une altitude de 470 m.

Elle est limitée :

- Au Nord par la commune de Sidi Brahim et d'Ain thrid.
- A l'Est par la commune de Tlimouni et de Zerouala.
- Au Sud la commune d'Amarnas, tassala et sidi khaled.
- À l'Ouest la commune Sidi Lachen.



Figure 132. Ville de Sidi Bel Abbès.

Source : <https://www.shutterstock.com/fr/image-vector/vector-city-map-sidi-bel-abbes-2397353573>

3.3 Caractéristiques condition climatique et naturelles.

3.3.1 Climat.

Climat de sidi bel abbès est chaud et tempéré ; la température est très chaude en été, en hiver un peu froid avec de neige rarement,

- La température moyen 17,3C°.
- La précipitation moyenne est de 40 mm
- Les vents dominants sont les vents Nord-Ouest.

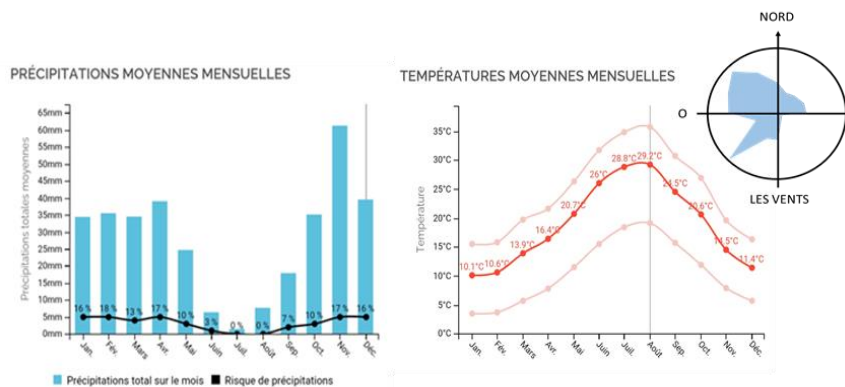
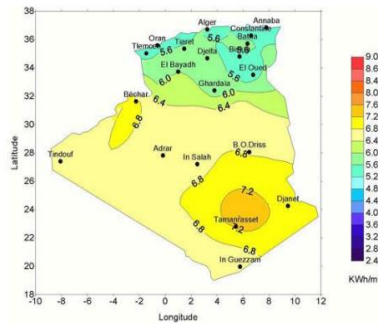


Figure 133. Climat.

Source : L 'auteure.

3.3.2 Gisement solaire.



Sidi bel abbès accueillir un gisement solaire important pour tout année par exemple pour une journée ensoleiller au mois de juillet irradiation global est 6 MW/m.

Figure 134. Moyenne annuelle de l'énergie reçue en Algérie.

Source : Polycopié de Energies Renouvelables/ Dr SAIDI Hemza

3.3.3 Relief.

Zone de plaine : « La région de Sidi Bel Abbès est une plaine alluvionnaire qui s'étend sur une longueur de 70 km et 25 km de large à une altitude d'environ 470 m »⁴⁵. « Elle se situe au centre d'une vaste plaine ondulée de 500m d'altitude moyenne, entre les monts de Tassala au nord et les monts de daya au sud »⁴⁶.

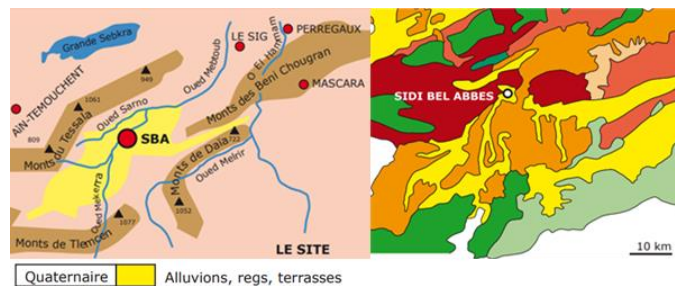


Figure 135. Relief.

Source : <https://www2.univ-sba.dz/getMedium/e1a5749d5c000148c174503707308bf1.pdf>

3.3.4 Sismicité.

La carte de la sismicité réalisée par le centre du CNRAGP classe la région de Sidi Bel Abbès dans la ZONE I de moyenne intensité sismique entre ou égale 0.07 et 0.15, toutes fondations doivent réaliser dans normes de parasismique.

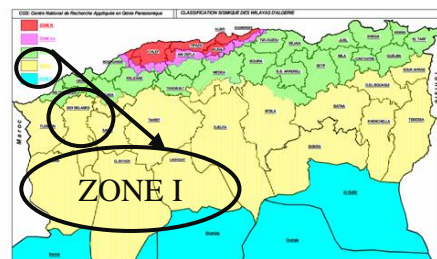


Figure 136. Carte de zonage sismique du territoire national.

Source : RPA 99 / version 2003

⁴⁵<https://www2.univ-sba.dz/getMedium/e1a5749d5c000148c174503707308bf1.pdf> / p1

⁴⁶https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Sidi_Bel_Abbès

3.4 Etats existants.

- ✓ Equipement industriels : ENIE ; SNVI
- ✓ Equipements sanitaires : hôpital ; maternité.
- ✓ Équipements éducatifs : campus universitaires.
- ✓ Équipements administratifs : sièges des directions.
- ✓ Équipements sportifs : stades, salles des sports.
- ✓ Aéroport : Aérodrome de Sidi Bel-Abbes - Catégorie IV.
- ✓ Équipements de transports : 3 gares routières, une gare ferroviaire, Centre de maintenance tramway CITAL SBA.
- ✓ Équipements de loisirs : parc d'attractions, les placettes.

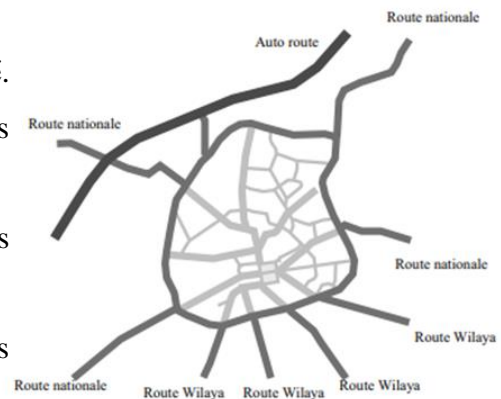


Figure 137. Trame routière de la ville.

Source : Mémoire.

3.5 Projection urbaine.

3.5.1 Critère de choix de site d'intervention.

- ✓ La présence du site à l'agglomération de la ville de Sidi Bel Abbès.
- ✓ L'extension du site et sa superficie.
- ✓ L'orientation sud sans obstacle.
- ✓ Relation forte avec les équipements pédagogiques et ateliers de préfabrication dans la ville par des voies mécaniques.

3.5.2 Choix du site.

Pour l'intégration site-thème on a choisi deux sites différents. Dans les instruments d'urbanisme PDUA et POS au niveau de planification des secteurs, sont des terrains constructifs. Ils ont forte relation entre deux fonctions qu'ils sont l'industrialisation et recherche.

- Site 1 : situer au nord de ville dans un milieu d'équipement de transport et d'éducation.

Terrain situé au Nord de la ville de Sidi Bel Abbès limité par : Terrains agricoles an Nord et a Est centre de maintenance tramway au Nord et L'institut d'agriculture à Ouest chemin de fer au sud vois mécanique fort de rot national N13.

- Site 2 : situé au sud-ouest de ville dans un milieu urbain résidentiel.

Terrain situer au sud-ouest de ville Sidi Bel Abbès. Nord CEM Lahmer el hadj Au sud résidence universitaire de Zirout Mohamed, Est chu hassani Abdelkader.



Figure 138. Projection urbaine.

Source : L'auteure.

3.5.3 Comparaison entre les sites.

On fait études comparatives sous fonction de tableau. (**Tableau 11. Planche 14**).



Site	Site 1	Site 2																								
Situation	Evitement Nord de Sidi Bel Abbès, 422 logts, Daïra Sidi Bel Abbès, Sidi Bel Abbès.  Figure 139. Site 1.	Evitement sud, rue frère Belamri, 1500 AADL excellence Sakia el Hamra, Sidi Bel Abbès.  Figure 140. Site 2.																								
Morphologie et topographie	Terrain de surface 21 ha, sa forme structurée en L et avec sol à forte pente dans deux directions.	Terrain plat de surface 5.95 ha, sa forme structurée en trapézoïdal.																								
Accessibilité	Il se caractérise par un accès facile grâce à la présence de routes qui y mènent, comme la route nationale N13 et proximité d'autoroute.	Terrain accessible en deux face sud et ouest par des vois secondaire des quartiers par rue frères Belamri, boulevard Dhaïf ben Sakrane. N7																								
Visibilité / attractivité	Terrain Adapté pour recevoir le projet car il y a infrastructure d'éducation et de transport. Il convient pour recevoir l'un des repères de la ville. La possibilité de réduire au grandir le terrain, même aussi la nature de sol est compacte pour accueille le projet et pour agrandir le central à la future. Esprit systématique.	Attractive par son milieu des urbaine. Topographie. Terrain bien visible dans toutes les censes																								
Proximité des équipements relatif au thème	La présence exemple de préfabrication à proximité immédiate le dépôt de tramway.	Présence de résidence universitaire. Faculté de médecine																								
Résultat	Choix de site 1 en raison de disponibilité des critères présidant comme intégration site thème et pour bien défini le programme.																									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Choix</th> <th>Situation</th> <th>Morphologie</th> <th>Accessibilité</th> <th>Attractivité</th> <th>PERT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>***</td> <td>**</td> <td>***</td> <td>***</td> <td>***</td> </tr> </tbody> </table>	Choix	Situation	Morphologie	Accessibilité	Attractivité	PERT	1	***	**	***	***	***	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Choix</th> <th>Situation</th> <th>Morphologie</th> <th>Accessibilité</th> <th>Attractivité</th> <th>PERT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>**</td> <td>***</td> <td>**</td> <td>**</td> <td>**</td> </tr> </tbody> </table>	Choix	Situation	Morphologie	Accessibilité	Attractivité	PERT	2	**	***	**	**	**
Choix	Situation	Morphologie	Accessibilité	Attractivité	PERT																					
1	***	**	***	***	***																					
Choix	Situation	Morphologie	Accessibilité	Attractivité	PERT																					
2	**	***	**	**	**																					

Tableau 11. Comparaison entre les sites.

Planche 14. Comparaison entre les sites.

Source : L'auteur.

3.6 Site d'intervention.

On montre la relation entre le site et thème et système constructif pour bien répondre au programme ça soit qualitatif au bien quantitatif.

3.6.1 Relation systématique de site, thème, programme et système constructif.

La ville comprend divers équipements liés au thème, au site, au programme et au système constructif tels que :

- Dans la zone industrielle on trouve :
 - ENIE contient unité de fabrication des panneaux photovoltaïques.
 - Les ateliers de préfabrication sont présents, tels que la fabrication des armatures, des portes, des revêtements de sol et d'autres éléments disponibles.
- La ville contient des facultés et des départements ont relation forte à thème.
- La structure urbaine de la ville permet aux chercheurs de se déplacer facilement et de transporter les éléments préfabriqués rapidement.

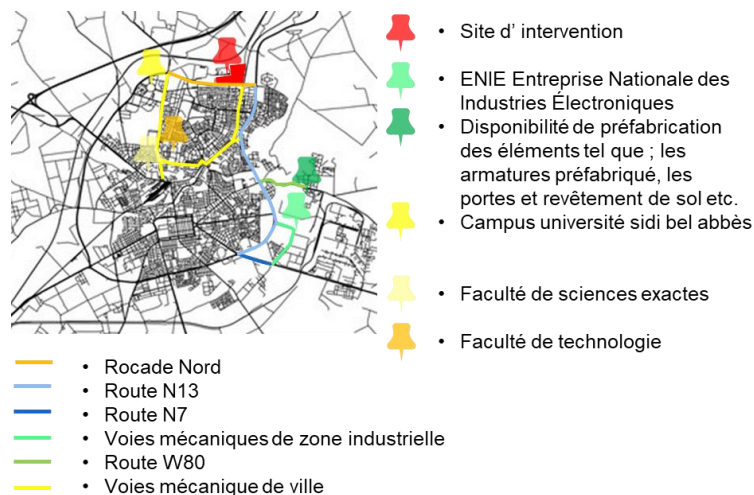


Figure 141. Relation site, thème, programme et système constructif.

Source : L'auteur.

3.6.2 Fragmentation de site d'intervention.

Après la consultation des instrumentent d'urbanisme on a inséré le site dans une fragment de POS (SAU1) sa surface de 136 ha, c'est pour bien étudier le site d'intervention.

Fragment située au Nord de la ville de Sidi Bel Abbes, il donne un esprit de vide, puisqu'il occupé par des terrains agricoles.

Les équipements de fragment sont : SETRAM – Unité Opérationnelle SBA et Institut de technologie Agricole, qu'ils sont aussi les pointes de repère de fragment

Les terrain vide de fragment programme a secteur à urbaniser.

0.3<CES<0.9 et 02<COS<08.



Figure 142. Pointes de repère.

Source : L'auteur.

Institut de technologie Agricole de surface 4,75 ha gabarit R+1 fonctionnement éducatif, les couleurs sont blancs et rouges de tuile.

SETRAM – Unité Opérationnelle SBA de surface 7,15 ha ; gabarit R+3, son fonction administratif, transport et control, station et logistique de tramway de Sidi Bel Abbès, les couleurs sont : bleu de verre et crame.

3.6.3 Environnement immédiat.

a Visibilité.

L'environnement du site offre davantage de possibilités pour le projet d'être un point de repère symbolique de la ville.

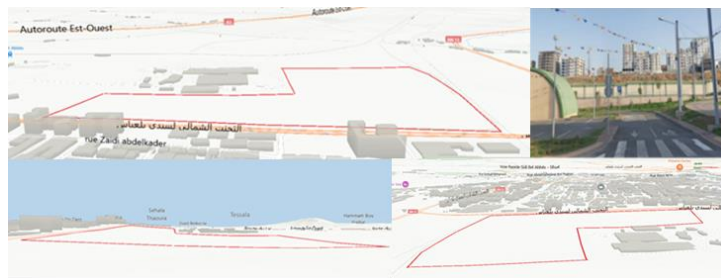


Figure 143. Visibilité.

Source : L'auteur.

b Lisibilité.

Le site est accessible et visible, limité par : immeubles d'habitat collectif promotionnel et voie mécanique forte au sud, au nord par le et terrain agricole, à est pat chemin de fer, à ouest institut de l'agriculture.

- Gabarit entre R+5 et R+9, Rapport plein / vide : 70% /30%.
- Couleurs dominants sont : blanc et gris, Marron et jeun.
- Architecture ; poste colonial et arabo-moresque.
- Les matériaux : béton armé, acier, brique.
- Ouverture ; fenêtre rectangulaires tramé rythme
- Structure : poteau poutre en béton armé.
- Toiture : plat inaccessible, toiture a deux versant en tuile et toiture a redent.



Figure 144. Lisibilité.

Source : L'auteur.

3.7 Analyse de site d'intervention.

Analyse	Remarque
<p>Orientation.</p>	<div data-bbox="544 1391 1059 1749" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="1086 1406 1426 1547">Le site est bien orienté, il bénéficie d'un ensoleillement optimal.</p> <p data-bbox="1086 1585 1426 1727">Le vent dominant est celui du Nord-Ouest.</p> <p data-bbox="544 1783 804 1816">Figure 145. Orientation.</p> <p data-bbox="544 1845 1203 1879">Situation continentale : Altitude : Minimale 471 m.</p> <p data-bbox="544 1912 1426 1946">Latitude : 35° 22' 37.619" Nord. /Longitude : -0° 62' 12.948" Ouest.</p>

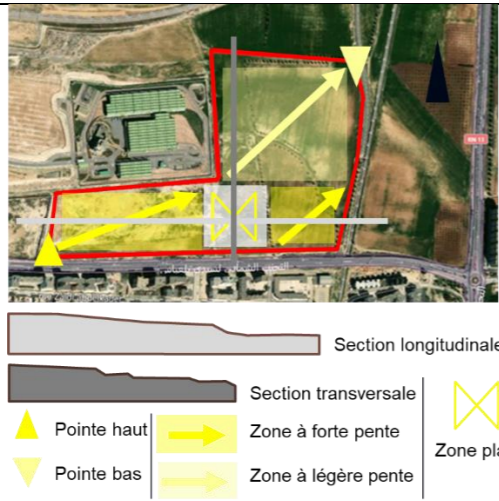
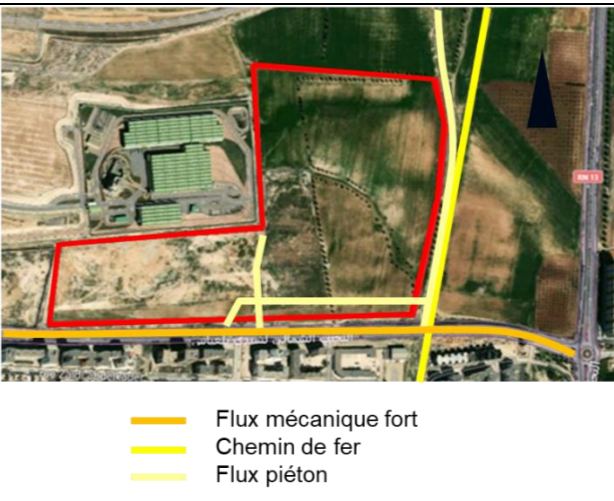
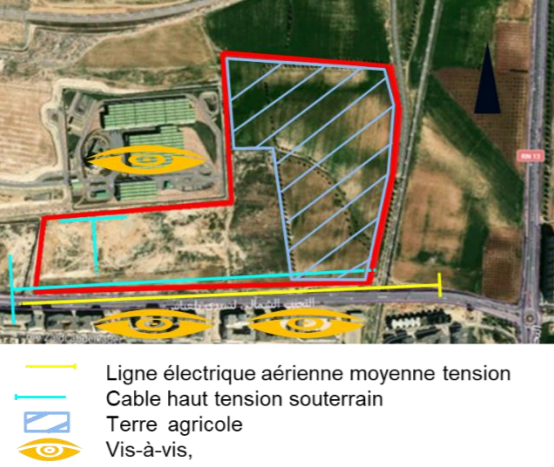
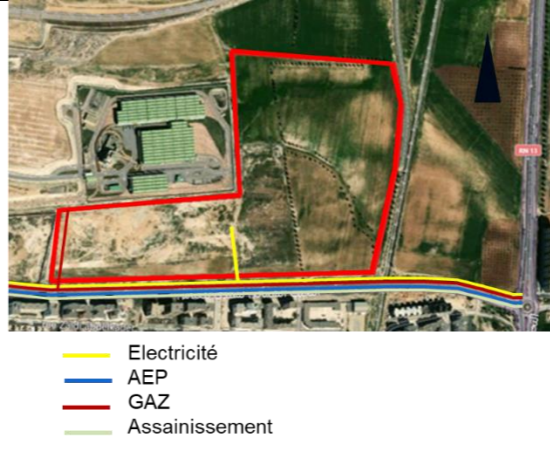
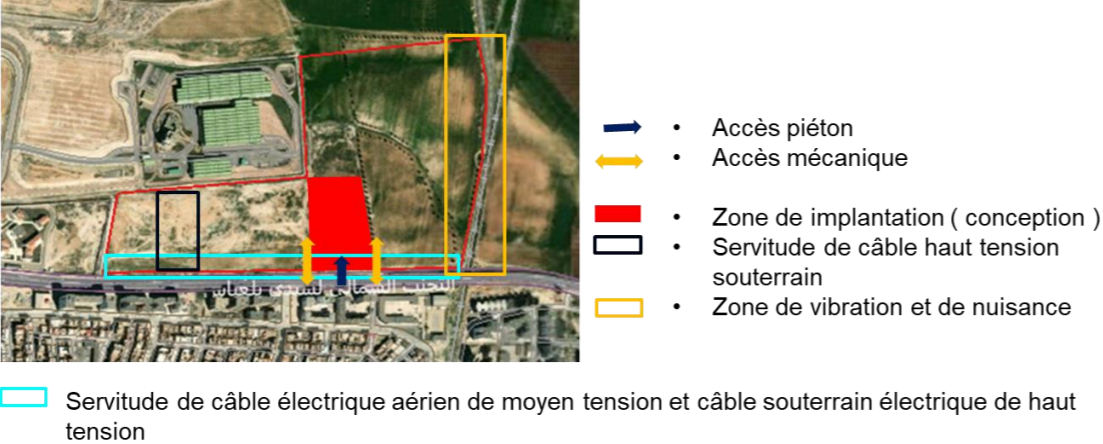
Analyse	Remarque	Analyse	Remarque
Topographie.	 <p>On retrouve une zone plate sur le site, qui représente l'emplacement idéal pour le projet.</p> <p>Figure 146. Topographie.</p>	Accessibilité.	 <p>Site accessible par la voie mécanique de Rocade N13</p> <p>Figure 147. Accessibilité.</p>
Etat existant.	 <p>Le projet ne doit pas être implanté sans respecter les servitudes et terrain agricole.</p> <p>Pour les contacts visuels, il n'y a pas de problème.</p> <p>Figure 148. Etat existant.</p>	Réseaux divers VRD.	 <p>Le site est alimenté par les réseaux nécessaires tels que l'électricité, l'AEP, le gaz et l'assainissement.</p> <p>Figure 149. Réseaux divers.</p>
Synthèse.	Résultat.	<p>On a décidé le terrain d'implantation</p> <p>Accessibilité : l'accès pour les piétons et les accès mécaniques.</p> <p>Les servitudes.</p> <p>Figure 150. Synthèse.</p>	
			

Tableau 12. Analyse de site d'intervention.

Planche 15. Analyse de site d'intervention.

Source : L'auteur.

4 Chapitre IV : APPROCHE PROJECTION : PROGRAMMATION ET CONCEPTION.

Introduction.

Le programme est préconception architecturale d'organisation des idées et le choix de l'implantation donc il définit la forme et fonction. Selon Eugène Viollet le Duc ; (le programme non seulement définit la finalité de l'objet mais, aussi impose sa forme).

4.1 Programme architectural.

Le programme construit par les étapes suivantes : Définir les objectifs, Rassembler et analyser les données, Mettre à jour et tester des concepts, Déterminer les besoins et Enonce le problème.

4.1.1 *Elaboration du programme.*

On répond aux questions méthodologiques de programmation (QQOCCP).

- **Quoi** : centre d'innovation et de développement d'énergie solaire.
- **Qui, pour qui** : usagers et utilisateurs
- Utilisateurs permanents :

Les usagers sont des personnes les utilisateurs permanents tel que :

- ✓ Les chercheurs et les doctorants (les universitaires) travaillent dans les laboratoires des recherches ou les laboratoires techniques ou bien dans les bureaux des recherches théoriques, aussi dans l'espace de pratique à plan aire.
- ✓ Les administrateurs travaillent dans les bureaux.
- ✓ Pour le contrôle de centrale solaire il y a les techniciens.
- Utilisation standard : Sont les étudiants et stagiaires :

Il s'agit de personnes qui suivent une formation au centre ou qui cherchent à acquérir de l'expérience dans le domaine en réalisant des recherches et en apprenant les normes d'installation d'équipements d'énergie solaires.

- Les activités des usagers de projet sont divisées en deux catégories : travail théorique et travail de recherche et développement dans laboratoires et les bureaux de centre ou travail de pratique dehors le centre pour faire des essais pour les produits innovés dans les laboratoires techniques.
- ✓ Travail de développement d'énergie solaire et de formation dans le centre d'innovation.

- ✓ Travail sur site pour les ingénieurs, les techniciens dans la centrale solaire, ou pour les travaux pratiques à plane aire.
- **Où** : la ville de Sidi Bel Abbès.
- **Quand** : le projet est une proposition et étude conceptuelle, peut-être construite ou rester sur papier dans ce mémoire.
- **Comment** : La construction par préfabrication, également connue sous le nom de construction industrialisée, implique la standardisation des éléments de structure.

En utilisant la préfabrication, Afin de garantir une qualité optimale et d'économiser les coûts tout en particulier la durée de construction réduit. Réduire la durée de construction.

- **Combien** : budget.
- **Pourquoi** : pour les premiers objectifs dans la partie introductive.

4.1.2 Capacité d'accueil.

- ✓ Usagers ; chercheurs d'innovation et de développement sont : $50+50=100$.
- 50 chercheurs travaillent dans les laboratoires de recherche (Laboratoire opérationnel).
- 50 chercheurs travaillent dans les laboratoires techniques ou laboratoires de fabrication.
- ✓ Utilisateurs ; étudiants de formation sont 60 personnes.

4.1.3 Echelle d'appartenance.

- ✓ Pour moi, Le projet est perçu comme l'une des initiatives d'infrastructure qui soutiennent l'économie nationale, car il intègre une technologie contemporaine de production d'électricité à partir de l'énergie solaire.
- ✓ Le projet peut jouer un rôle à l'échelle nationale par sa capacité d'accueil pour les chercheurs et ou les étudiants et ses laboratoires de fabrication.

4.1.4 Durée de fréquentation.

- ✓ Je souhaite que le projet soit productif tous les jours pendant 12 heures sans interruption grâce à ses appareils de centrale solaire.
- ✓ On peut utiliser le centre d'innovation pour des activités quotidiennes comme l'amélioration et l'observation des produits novateurs, à la fois sur le plan théorique et pratique.

4.1.5 Détermination des fonctions.

a Fonctions mère du projet.

Il y a trois fonctions mère de projet sont déterminées en fonction de leurs objectifs :

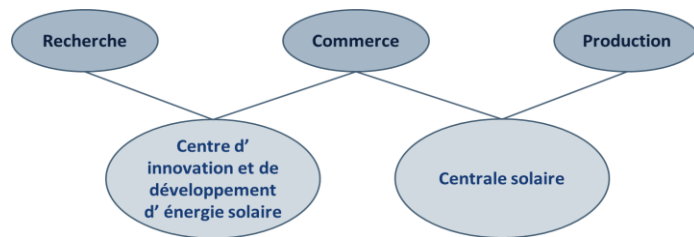


Figure 151. Fonctions mère de projet.

Source : L'auteur.

- ✓ L'objectif de la fonction recherche : c'est de créer un environnement propice à l'innovation et à la recherche afin de développer des moyens plus efficaces et productives d'énergie. De plus, cela vise à former des experts, des sous-traitants, des mains d'œuvre et des techniciens spécialisés dans le domaine de l'énergie solaire.
- ✓ L'objectif de la fonction de production : c'est de produire de l'électricité pour la consommation privée de bâtiment grâce à une centrale solaire. La conservation de l'énergie supplémentaire dans des batteries. Ainsi, cela présente un avantage pour le projet en tant que bâtiment auto-consommateur ou bâtiment d'énergie positive.
- ✓ Objectif de fonction commerce : la vente de l'énergie stockée dans les batteries, permet d'économiser de l'argent pour financer les dépenses liées à l'innovation et au développement d'énergie solaire.

b Fonctions principales.

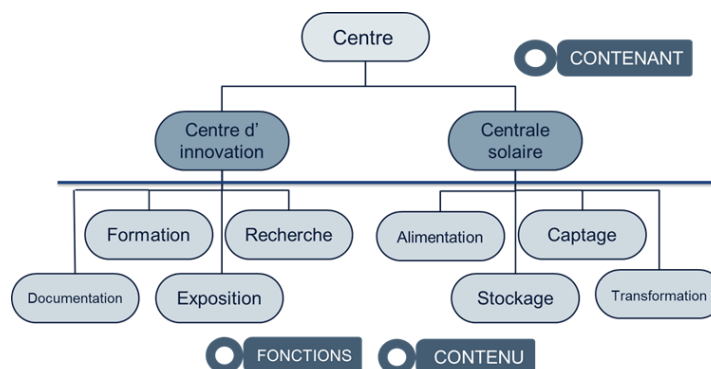


Figure 152. Fonction principale.

Source : L'auteur.

- Les objectifs des fonctions principales de centre d'innovation et de développement d'énergie solaire.

- Formation : Offrir un environnement d'apprentissage de qualité par des moyens adéquats.
- Recherche : L'offre d'un environnement de recherche répond aux nouvelles tendances technologiques afin de générer des résultats d'innovation.
- Documentation : Afin de stimuler la concurrence dans le domaine de la recherche, il est nécessaire de fournir des sources d'inspiration et des références telles que des livres et des matériels.
- Exposition : Pour présenter les résultats de recherches et d'innovations, ainsi que pour rencontrer des personnes ayant une expérience dans le domaine de l'énergie solaire pour échanger des idées.
 - Les objectifs des fonctions principales de centrale solaire.
- Captage : Il est nécessaire d'installer des capteurs solaires (Panneaux solaires photovoltaïques) afin de capter l'énergie solaire.
- Stockage de l'énergie supplémentaire afin de commercialiser les batteries.
- Transformation : Il est essentiel d'utiliser des équipements pour transformer l'énergie captée par les panneaux.
- Alimentation : Distribution d'électricité transformée pour alimenter un centre d'innovation.

4.1.6 Espaces et normes.

a Centre d'innovation.

- Laboratoire de recherche :

Il dispose de divers outils, tels que des machines-outils pilotées par ordinateur, pour concevoir et fabriquer des objets. Les laboratoires sont également prévus comme des espaces de formation ou de test-utilisateurs pour travailler sur les produits, services ou les méthodes de travail futures de l'entreprise.

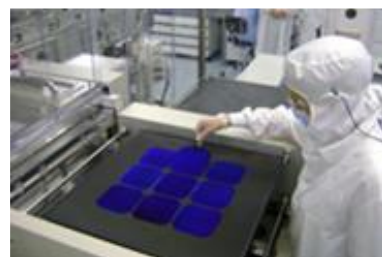


Figure 153. Laboratoire technique.

Source : <https://www.ecosources.org/@institut-national-de-l-energie-solaire>

Salles équipées de matériel pédagogique spécifique au domaine d'énergie solaire, permettant aux chercheurs d'appliquer les différentes techniques.

Selon NEUFERT, pour un atelier de pratique comprenant 20 places, la surface recommandée est d'environ 80m².

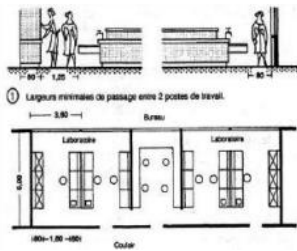


Figure 154. Normes de laboratoire.

Source : NEUFERT 10-ème édition.



Figure 155. Laboratoire de recherche.

Source : <https://www.archdaily.com/775388/chu-hall-solar-energy-research-center-smithgroupjjr>

On a deux types de laboratoire de recherche : laboratoire technique et laboratoire opérationnel. La relation entre les laboratoires est forte, elle est relation complémentaire entre leurs fonctions.

La fonction des laboratoires opérationnels est la recherche et ses spécialités des laboratoires opérationnels sont les sciences relatives avec l'énergie solaire :

- Électronique, La recherche sur les nouveaux utiles de fabrication électronique.
- Numérique et réalisation contient les ordinateurs pour la modélisation électronique et mécanique.
- Nanotechnologie.
- Chimie industrielle (laboratoire humide) pour les recherches sur les fluides.

Pour les fonctions des laboratoires techniques sont l'analyse et fabrication et ses spécialités avec la présence des outils de préfabrication, analyse et teste.

- Électronique. « Les équipements de laboratoire électronique sont conçus pour les applications professionnelles, les projets électroniques industriels, les contrôles de qualité et même pour les passionnés d'électronique ».⁴⁷
- Numérique et réalisation. Modélisation industrielle (Contient des impressions 3D) « L'impression 3D ou fabrication additive regroupe les procédés de fabrication de pièces en volume par ajout ou agglomération de matière, par empilement de couches successives. Imprimer une pièce en 3D, permet de réaliser un objet réel. Le principe

⁴⁷ <https://www.promax.fr/fra/solutions/laboratoire-electronique/>

reste proche de celui d'une imprimante 2D classique à cette grande différence près : c'est l'empilement des couches qui crée le volume ».⁴⁸

- Nanotechnologie.
- Chimie industrielle.
- Mécanique.

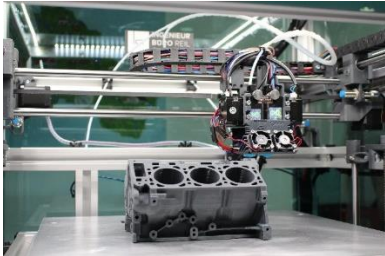


Figure 157. Impression 3D.

Source : <https://usifab3d.fr/impression-3d-professionnelle/>



Figure 156. Laboratoire électronique.

Source : <https://www.promax.fr/fra/solutions/laboratoire-electronique/>

➤ Salle de formation :

Salle d'enseignement C'est un lieu destiné à accueillir des formations, avec une capacité maximale de 30 personnes. Le centre l'utilise principalement pour dispenser des formations aux visiteurs. Dimensions : Superficie estimée : comprend entre 63 et 81 m².



Figure 158. Salle de formation.

Source : <https://www.michelremon.com/fr/projet/institut-national-de-lenergie-solaire-conseil-general-de-savoie-mop>

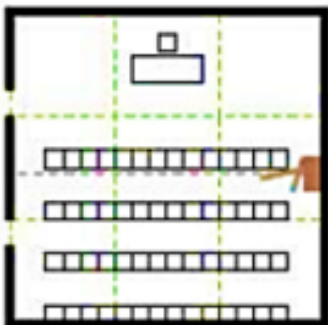


Figure 159. Salles de classe.

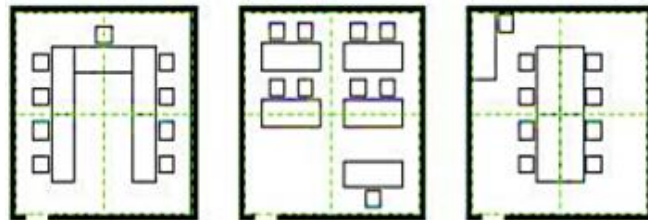


Figure 160. Salles de classe.

Source : Mémoire BENSALAH Narimane Radja (2022).

⁴⁸ <https://usifab3d.fr/impression-3d-professionnelle/>

➤ Auditorium :

Dimensions : Environ 160 à 200 m² de superficie, pour une capacité de 60 à 100 personnes.

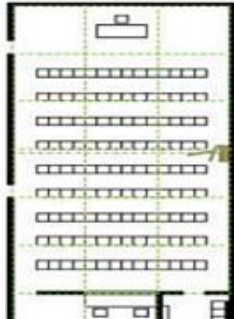


Figure 161. Auditorium.

Source : Mémoire BENSALAH Narimane Radja (2022).



Figure 162. Exemple d'un auditorium.

Source : <https://www.fauteuils->

[hemicycle.fr/comment-creeerlamphitheatre-ideal](https://www.fauteuils-hemicycle.fr/comment-creeerlamphitheatre-ideal)

➤ Salle d'exposition :

Il est indispensable d'avoir une surface d'environ 400 m² pour accueillir différents types d'événements, avec un aménagement non fixé pour obtenir un espace flexible et polyvalent.

Il est recommandé de mettre en place des systèmes de manipulation, des monte-charges et des grandes baies afin de faciliter le déplacement des objets exposés de l'extérieur vers l'intérieur



Figure 163. Salle d'exposition.

Source : <https://www.alaintruong.com>

Il est préférable d'utiliser un éclairage zénithal afin d'éviter les effets de ricochet.

➤ Bibliothèque :

Il est essentiel d'étudier efficacement l'espace réservé à la lecture, en évitant le bruit et les mouvements continus. De plus, il doit être en relation avec les espaces importants.



Figure 164. Bureau ouvert

Source : <https://www.archdaily.com/775388/chu-hall-solar-energy-research-center-smithgroupjjr>

Il est essentiel d'améliorer la visibilité dans cet espace, de le rendre ouvert et bien éclairé, calme et flexible.

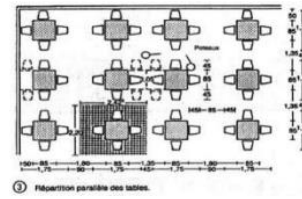


Figure 165. Normes pour Bibliothèque.

Source : NEUFERT 10 -ème édition

b Centrale solaire.

- Champ de modules photovoltaïques en silicium.

L'interconnexion de modules entre eux en série ou en parallèle pour obtenir une puissance encore plus grande définit la notation de champ PV.



Figure 166. Composantes d'un champ de modules photovoltaïques.

Source : https://www.univ-chlef.dz/ft/wpcontent/uploads/2020/04/Polycopi%C3%A9_SAIDI-Hemza.pdf

- Local technique.

Sont les dernières installations à être mises en place dans la centrale photovoltaïque. Ils sont répartis de manière uniforme sur le site. Ces locaux abritent les onduleurs, les batteries de stockage et les transformateurs qui permettent l'exploitation du courant produit et son transfert vers le réseau électrique ou vers le centre. Les techniques locales comprennent également la poste de livraison.

Généralement, Local technique a surface de 100 m² pour accueillir les équipements.

4.1.7 Organigramme fonctionnel.

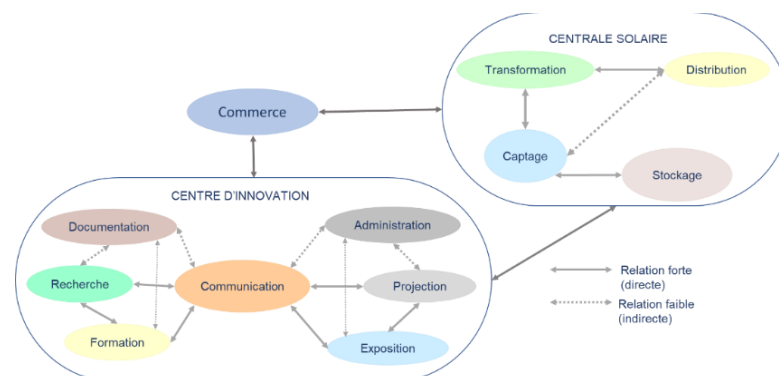


Figure 167. Organigramme fonctionnel.

Source : L'auteure.

4.1.8 Programme spécifique.

Programme spécifique de centre d'innovation.											
Fonctions	Usager / utilisateur	Activité	Espace	Sous Espace	Unité	Surface(m ²)	Surface total (m ²)	Nombre des usagers		Rations par normes	Exigence technique. (CES)
Communication	Utilisateurs et usagers	Informer. Accueillir	Forum Lobi	Réception.	1	300	364	2		Surface nécessaire pour les évènements est 300 m ² pour accueillir 200 personnes.	Ventilation. Eclairage naturel Gaine technique.
				Atrium /forum.	1						
Restauration		Foyer Commerce	Cafétéria	Cuisine.	1	20	120	2		Place nécessaire pour 80 personnes est 100 m ² dans espace de restauration. Cuisine est espace de travail de 4 personnes.	Plomberie Assainissement Courant fort et Courant faible
				Espace non-fumeur.	1	100		80			
Administration	Administrateurs Chercheurs	Organiser Coordonner	Direction	Bureau de directeur.	1	25	145	11		Place nécessaire pour le directeur est 15 jusqu' à 25m ² . Surface nécessaire pour secrétariat est 15 m ² . Pour bureau, surface de 20 accueillir 4 usagers. Salle de réunion accueillir 18 personnes.	Climatisation Plomberie Courant fort Courant faible
				Bureau de secrèterait.	1	15					
				Salle de réunion.	1	35					
				Bureau de comptabilité.	1	20					
				Bureau de gestion.	1	20					
				Espace d'archive.	1	30					
Exposition	Chercheurs Universitaire	Innover Exposer	Salle d'exposition	Salle d'exposition.	1	120	150			Salle d'exposition accueille 30 jusqu' à 60 travaux exposés.	Climatisation Eclairage naturel.
				Stockage.	1	30					
Projection	Stagiaires Etudiants	Inspirer	Salle de conférence	Salle de conférence.	1	120	150	100		Surface nécessaire pour 100 personne est 120 m ² donc chaque personne a 1.20 m ² .	Isolation acoustique Climatisation
				Annexe.	1	30		02			
Formation Apprentissage	Stagiaires Etudiants	Apprendre Exercer	Salle de formation et pratique	Salle de formation/Atelier.	4	40	310	10		Dans salle d'atelier pour chaque étudiant on a 2 m ² , et dans laboratoire a 3 m ² .	Isolation acoustique Courant fort Courant faible
				Laboratoire.	4	30		5			
				Stockage.	1	30					
Recherche Innovation	Chercheurs Universitaire	Réfléchir Exercer Développer Innover	Laboratoire de recherche.	Laboratoires opérationnels.	4	50	750	50		Place nécessaire pour chercheur est 3.33 m ² dans laboratoire opérationnel. Dans le bureau de recherche théorique cheque chercheur a surface de travail de 2 m ² .	Courant fort. Courant faible. Climatisation.
				Bureau des recherches théorique.	4	30		24			
				Stockage.	1	30					

Planche 16. Programme spécifique de centre d'innovation.

			Laboratoire des techniques	Laboratoires techniques : Électronique. Numérique et réalisation et Modélisation industrielle. Nanotechnologie. Chimie industrielle. Mécanique.	5	60		50		Place nécessaire pour les recherches technique est 6 m ² par personne.	
				Bureau de responsable de laboratoire et recherche.	2	20		10		Place nécessaire pour chaque personne est 4 m ² .	
				Stockage.	1	30					
			Archive	Archive des recherches.	1	30					
			Espace d'expérimentation pratique	Espace ouvert.	1	500	500	30		Place nécessaire pour les essais est 500 m ² .	Espace de plein air orienté vers le sud et non bâti
				Stockage.	1	30	30				
Documentation	Utilisateurs et usagers	Consulter Lire Etudier	Médiathèque	Salle de lecture.	1	150	355	80	120	Place nécessaire 1.8 m ² / personne dans salle de lecture. Place nécessaire 1.5 m ² / personne dans salle de télé enseignement.	Orientation Eclairage Natural Courant fort Courant faible
				Salle de télé enseignement.	1	60		40			
				Vidéotheque.	1	25					
				Gestion et accueil.	1	15					
				Salle d'informatique.	1	60					
				Banque d'accueil d'information	1	45					
Service / Annexe.	Gardien Jardinier	Servir	Locaux technique	Espace de maintenance.	1	20	100			Place nécessaire pour locaux technique est 120 m ²	
				Locaux.	6	25					
Commerce Stockage	Public	Vente	Station batterie	Transformateur	1	60	100				Locale technique
				Dépôt, Batteries.	1	40					
Logistique	Ingénieure Technicien		Bureau de Surveillance.	Bureau de Surveillance.	1	30	85	12			Courant fort Courant faible Climatisation
				Bureau de control.	1	30					
				Bureau de chef service.	1	25					
				Surface fonctionnelle de centre			2700	Bâti	Capacité d'accueille	100 chercheurs.	
				Surface de circulation (15 %)			405			60 études et stagiaires.	
				Surface totale de centre			3105			Essais pratiques	500 m ²

Tableau 13. Programme spécifique de centre d'innovation.

Planche 17. Programme spécifique de centre d'innovation.

Programme spécifique de centrale solaire.					
Fonctions	Usagers	Espace	Equipement	Surface (m ²)	Exigence technique. (CES)
Captage	Ingénieure Technicien	Champ de modules photovoltaïques en silicium.	Panneaux photovoltaïques de silicium	1646	Courant fort Orientation vers le sud
Transformation	Contrôleur	Local technique.	Onduleur Photovoltaïque. Transformateur électrique	60	Inclinaison des panneaux est 35° Modules photovoltaïques de 250 V
Distribution			Poste de livraison et de source		
Control			Compteurs		
Surface productif				1706	

Tableau 14. Programme spécifique de central solaire.

Programme spécifique.									
Fonctions	Usagers/ utilisateurs	Activité	Espace	Sous espace	Unité	Surface (M ²)	Surface total (m ²)	Rations par normes	Exigence technique. (CES).
Stationnement	Utilisateurs et usagers	Stationner	Parking.	Parking voiture des usagers	62	12.5	915		Eclairage public
				Parking handicaps.	8	17.5			
				Circulation 80% surface total).					
Détente		Reposer	Espace vert.	Jardin.	1	1000	1000		
Surface totale.							2647	Non bâti	

Tableau 15. Programme spécifique.

4.1.9 Synthèse de programme spécifique.

Espace	Surface (m ²)	Fonctions	Nature
Centre d'innovation	3105	Formation.	Bâti.
		Recherche.	
		Innovation.	
		Commerce et stockage	
Centrale photovoltaïque	1646	Production.	Productif.
Espace extérieur	3647	Détente.	Non bâti.
		Stationnement.	
Surface bâti	2145	COS	7
		CES	0.3
Surface terrain	13210	Gabarit	R+3

Tableau 16. Synthèse de programme spécifique.

Planche 18. Programme spécifique.

Source : L'auteur.

4.1.10 Organigramme spatial.

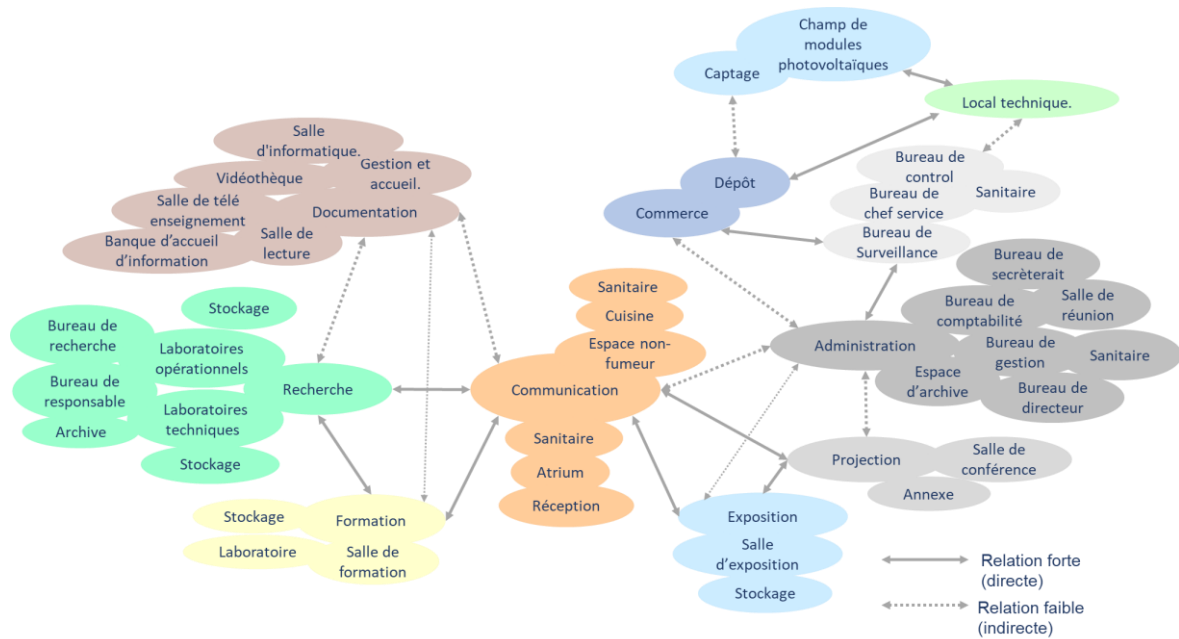


Figure 168. Organigramme spatial.

Source : L'auteur.

4.2 Projection architecturale.

4.2.1 Décision prises.

Les décisions d'implantations font à partir les accessibilités et visibilité de projet organisation de parcelle et circulation piéton et mécanique. (**Tableau 18**)

4.2.2 Répartition des fonctions par étage.

Fonction	Etage	Fonction	Etage
Communication restauration	/ RDC	Formation	RDC et R+1
Administration	R+1	Recherche	RDC et R+1
Exposition	R+1	Documentation	R+2+3
Projection	RDC	Commerce et stockage	RDC
Logistique	RDC	Annexe	RDC

Tableau 17. Répartition des fonctions par étage.

Source : L'auteur.

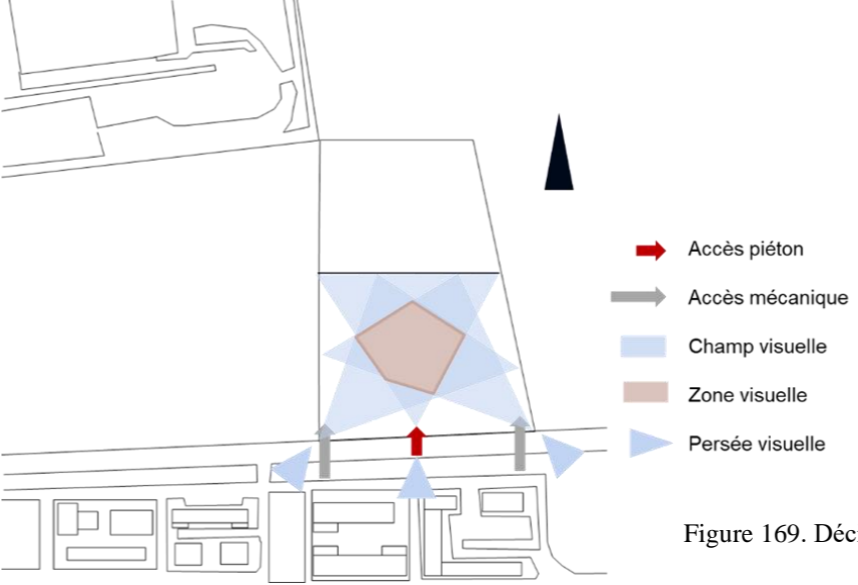
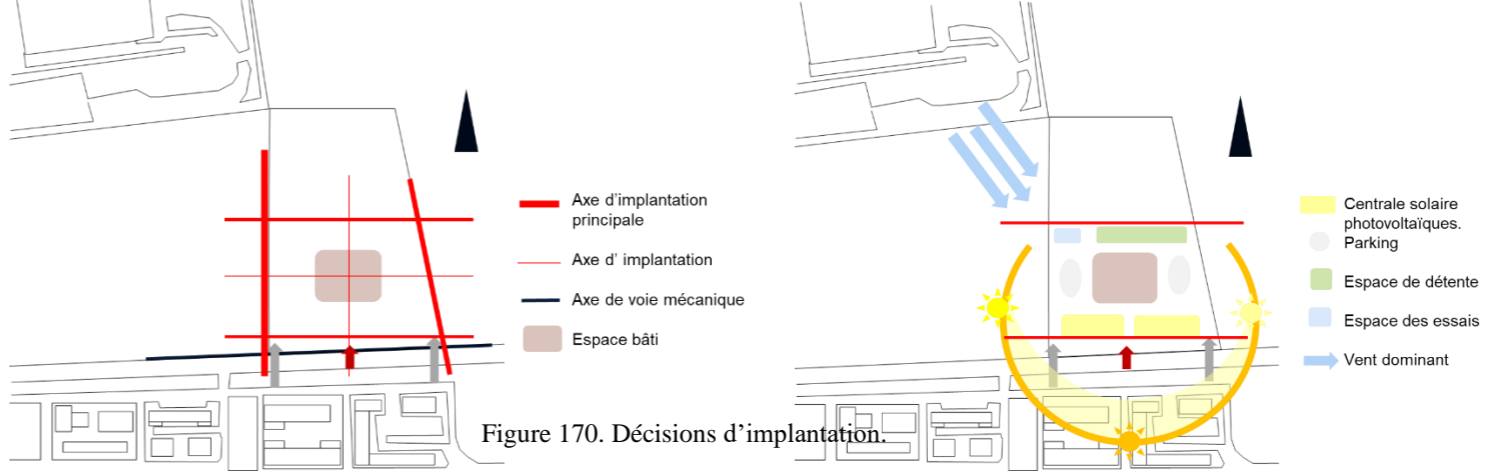
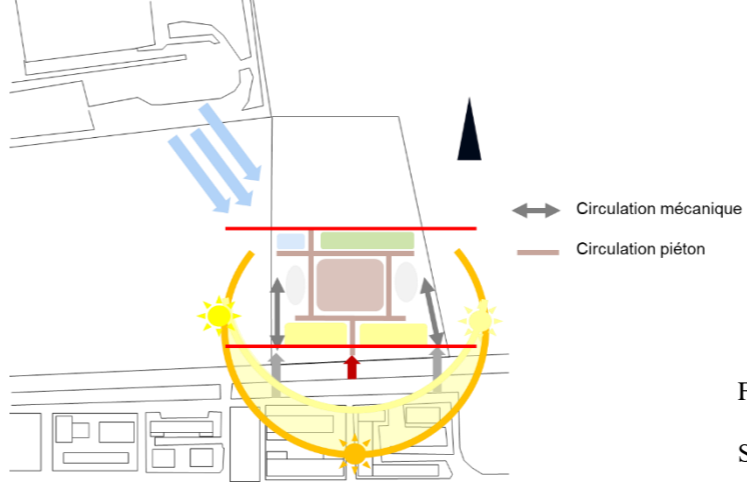
Décision.	Justification.	Résultat.
Accessibilité et visibilité.	<ul style="list-style-type: none"> On a trois pesées visuelles vers le terrain, situés au sud à le long de la route principale. Les entrées sont limitées au côté sud de terrain, donc on décide de placé d'un seul accès piéton au milieu et les deux accès mécaniques sur les deux côtes un et autre. On apprendre la zone visuelle de projet pour définir la zone d'implantation ça va assurer la meilleure visibilité vers et de projet et vue panoramique sur le projet et vue globale vers le bâtiment. Les accès et Persée visuelle sont confondu. 	 <p>Figure 169. Décision d'accessibilité et visibilité. Source : L'auteur</p>
Implantation et organisation de parcelle	<ul style="list-style-type: none"> Les axes d'implantation principales sont les limité de terrain. Espace bâti pose sur l'intersection des axes d'implantation secondaire. On a placé le centrale solaire plein sud afin de bénéficier du plus grand ensoleillement. Pour faciliter la circulation des piétons, on a aménagé des parkings départ et d'autre du bâtiment est et ouest. Il reste espace de détente et l'espace des essais à plan aire, l'endroit le plus approprié est au nord de terrain. 	 <p>Figure 170. Décisions d'implantation. Source : L'auteur.</p>
Circulation.	<ul style="list-style-type: none"> La circulation piétonne limité les parcelles. La circulation mécanique est organisée sur les coté de terrain. 	 <p>Figure 171. Organigramme spatial. Source : L'auteur.</p>

Tableau 18. Décision prises de projection architecturale.

Planche 19. Projection architecturale.

Source : L'auteur

4.2.3 Schéma de principe.

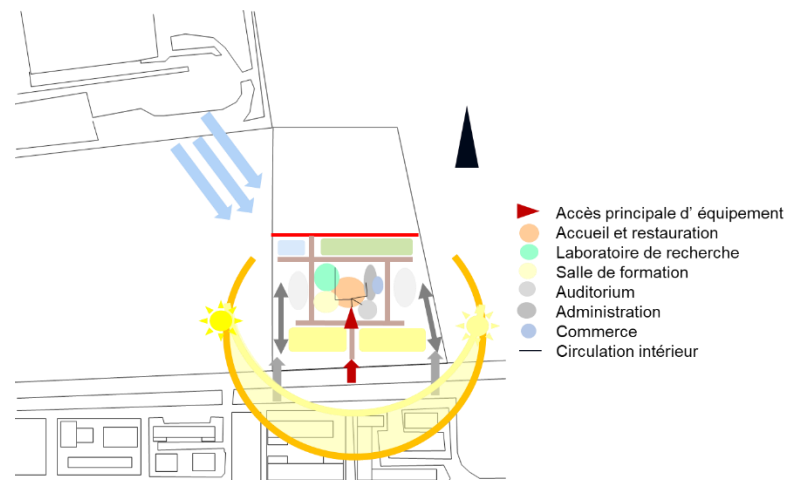


Figure 172. Schéma de principe.

Source : L'auteur.

Schéma de principe montre la répartition des fonctions principales de l'espace bâti et ses circulation intérieur.

4.2.4 Genèse de projet.

« *Form follows fonction* » ou « *Forme suit la fonction* » Par architecte Louis Sullivan (1856-1954).

Le principe relatif avec désigne industrielle, donc la forme du bâtiment est organisée suivant répartition des fonctions, pour vous comprendre mon idée de conception on a montré des étapes des développements de forme et de volumétrie.

➤ Développement de forme et de volumétrie.

Situation d'espace bâti dans une zone plus visible de terrain avec forme générale des axes d'implantation principale qu'ils sont les limites de terrain.

La position de parking permet nous d'ouvrir des accès secondaires sur les côtés pour les chercheurs et administrateurs.

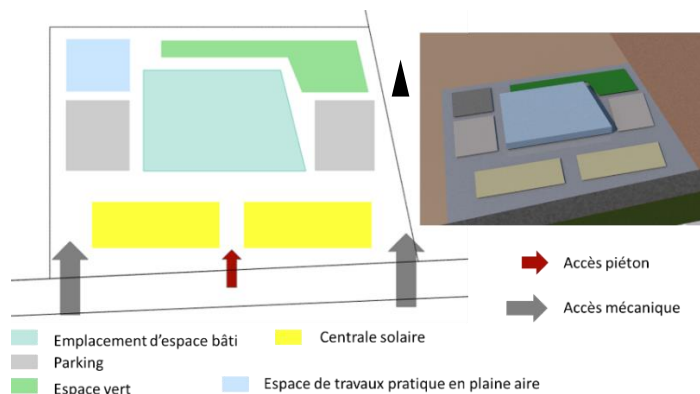


Figure 173. Forme principale de bâtiment.

Source : L'auteur.

Le bâtiment a été séparé en fonction de la superficie des fonctions : à droite gestion et administration, au milieu communication et à gauche recherche et formation.

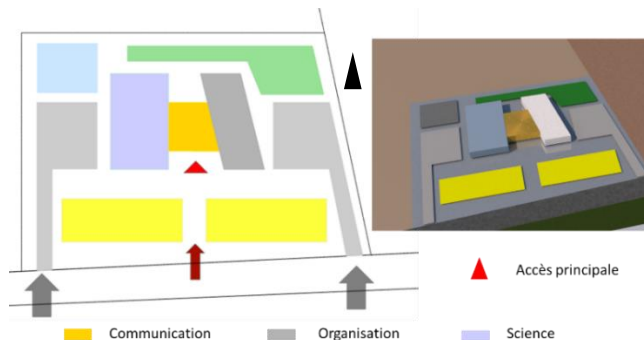


Figure 174. Division de forme bâti.

Afin d'améliorer la forme et le volume, nous ajoutons l'annexe et la section technique sur le côté de la gestion, et nous supprimons la section de la science pour séparer la recherche et la formation.

Source : L'auteur.

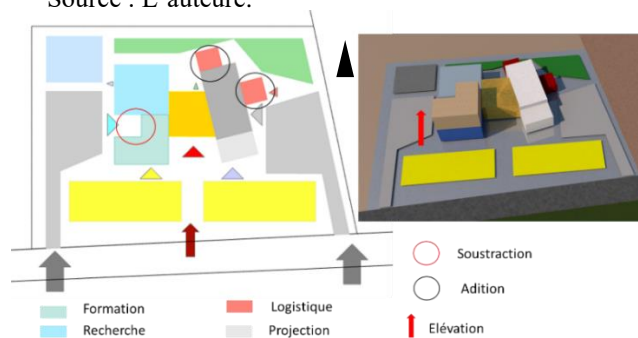


Figure 175. Addition d'espace logistique et projection.

Il y a une élévation effectuée afin d'augmenter la dynamique du jeu de niveau et d'accroître la surface fonctionnelle du bâtiment, en ajoutant de la documentation et en donnant une hauteur à notre façade principale.

Source : L'auteur.

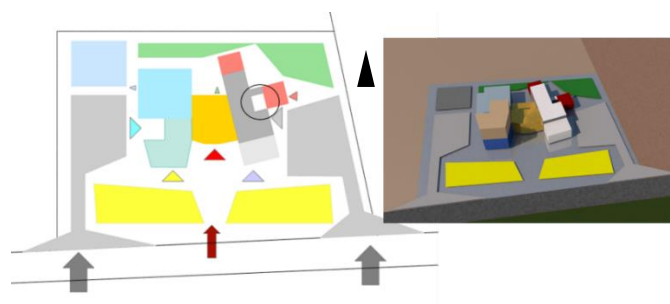


Figure 176. Déformation pour marquer l'entrée.

La façade principale a été modifiée pour mettre en valeur l'entrée.

Source : L'auteur.

En ce qui concerne la séparation de sécurité entre la zone de transformation énergétique et le bâtiment, il est nécessaire de créer une cour.

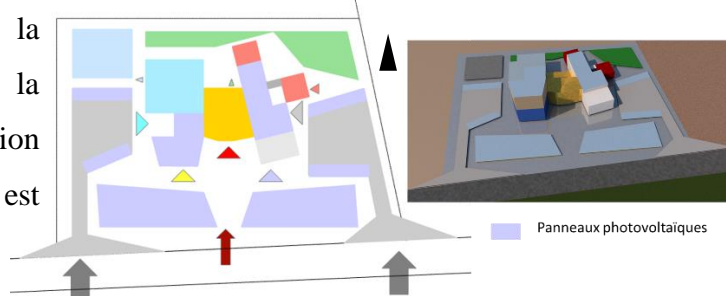


Figure 177. Emplacement des panneaux photovoltaïques.

On ajoute les panneaux photovoltaïques sur les terrasses plus hauts et plus exposé au soleil.

Source : L'auteur.

4.2.5 Présentation graphique.

a Plan de masse.

La première observation sur le plan de masse de centre d'innovation et développement d'énergie solaire sont les deux grandes surfaces de champ photovoltaïque sur vue principale de projet qui est au linge avec la voie mécanique, ça pour identifier le projet et illustré énergie solaire.

Ouverture des accès des parkings sur la voie mécanique pour faciliter de circulation et dégradation de vitesse des véhicules.

On a ajouté des toits dans les parkings par revêtement en panneaux photovoltaïque pour augmenter la surface captage des rayons solaires.

On étudie la position des panneaux solaires sur les terrasses, qui sont installés sur les toits des blocs hauts et ensoleillés, La partie nord-ouest du terrain est réservée aux essais de travaux pratiques en plaine aire.

En raison de l'industrialisation, le terrain de projet est limité au nord par un espace vert de détente.

Le principal accès se trouve au centre de la façade sud. Les façades latérales sont utilisées pour la formation et la salle de conférence, ce qui leur confère une certaine autonomie et facilite l'évacuation publique en cas d'incendie.

On évite de surcharge le plan de masse sur les côtés de bâtiment pour la possibilité d'accessibilité des protections civiles vers tous les blocs et les côtés de bâtiment.

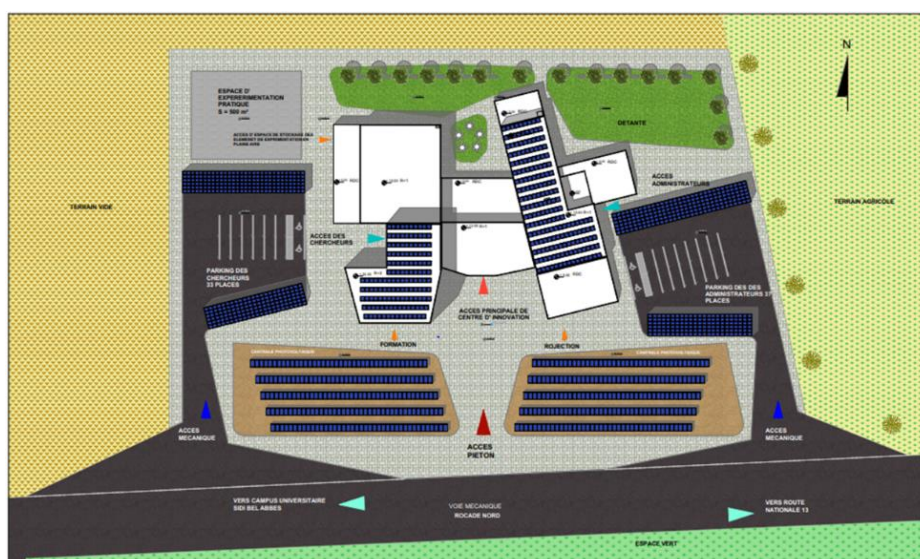


Figure 178. Plan de masse.

Source : L'auteur.

La façade Est et Ouest est équipée d'accès secondaire pour les utilisateurs, qu'ils soient administrateurs ou chercheurs.

b Plan du RDC et étage.

Le porche d'entrée présente l'entrée principale.

Le premier espace important est le forum, un espace de communication et de réception. En face se trouve la restauration et la sortie vers l'espace de détente.

La salle blanche de contrôle et de surveillance du bâtiment par caméras se trouve dans le même bloc.

Il y a un espace de logistique et de contrôle de la centrale solaire à droite, avec la salle de UTA de climatisation et la bache d'eau, séparé du bâtiment par une cour vide.

Des escaliers ont été installés sur les blocs littéraux afin de rendre l'espace plus flexible et de faciliter la circulation des utilisateurs.

Les laboratoires techniques de fabrication et le bureau des responsables des laboratoires en général sont situés à gauche, avec une direction directe vers l'espace des travaux pratiques et des essais d'outils innovants.

Le laboratoire à RDC est équipé d'une salle de formation pour la formation.

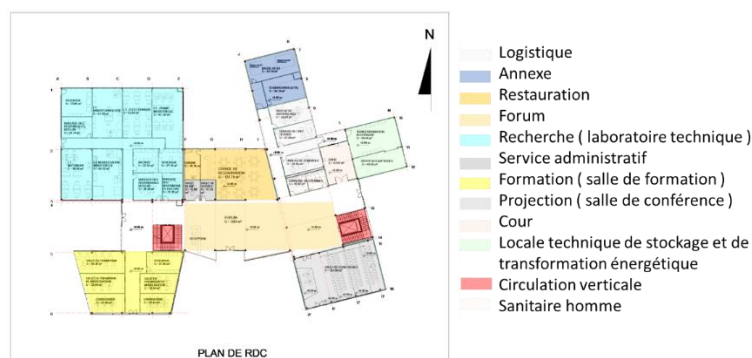


Figure 179. Plan RDC.

Source : L'auteure.

Dans le volume central de l'étage, une vaste salle d'exposition et une sortie vers la terrasse des événements ont été découvertes.

Les salles de formation restantes sont disposées à l'étage et sont équipées d'une terrasse.

Les bureaux de recherche théorique clôturent les laboratoires de recherche.

Les bureaux d'administration sont situés à l'autre côté, tandis que le bureau de secrétariat se trouve en face des escaliers.

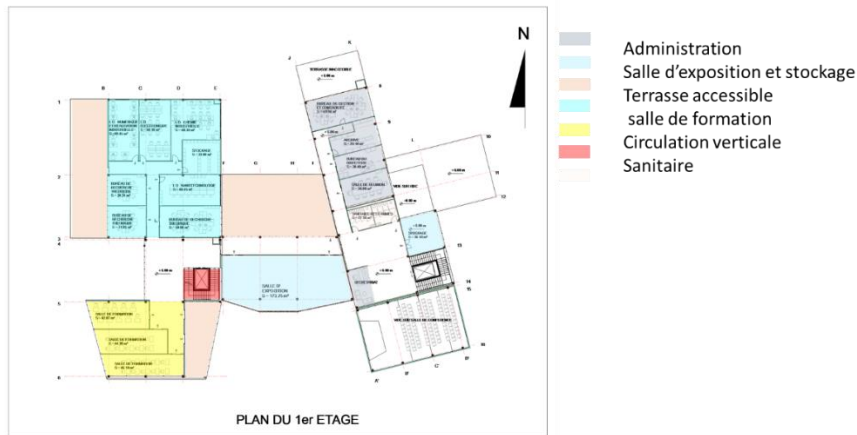


Figure 180. Plan 1 er étage

Source : L'auteure.

Les laboratoires humides sont situés au même endroit pour chaque étage, ce qui facilite l'évacuation des produits chimiques sans difficulté. Cela s'applique également aux sanitaires et aux laboratoires de formation.



Figure 181. Espaces humides.

Source : L'auteure.

c Étages 2 et 3 -ème.

Pour offrir un espace calme pour la documentation et bibliothèque on a implanté sur les deux niveaux séparés à toutes les fonctions.

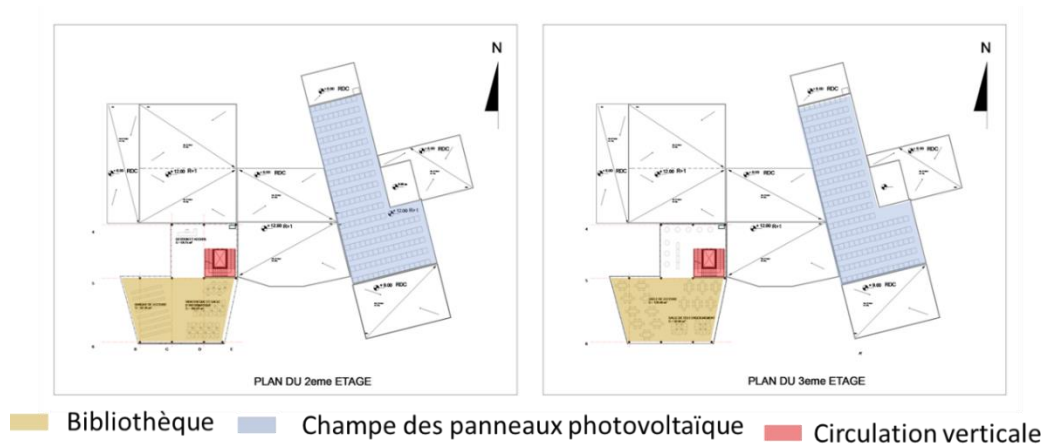


Figure 182. 2 et 3 -ème étages.

Source : L'auteur.

d Façades.

Sur façade principale j'inspire par les courbes de la géométrie de soleil de site d'intervention.

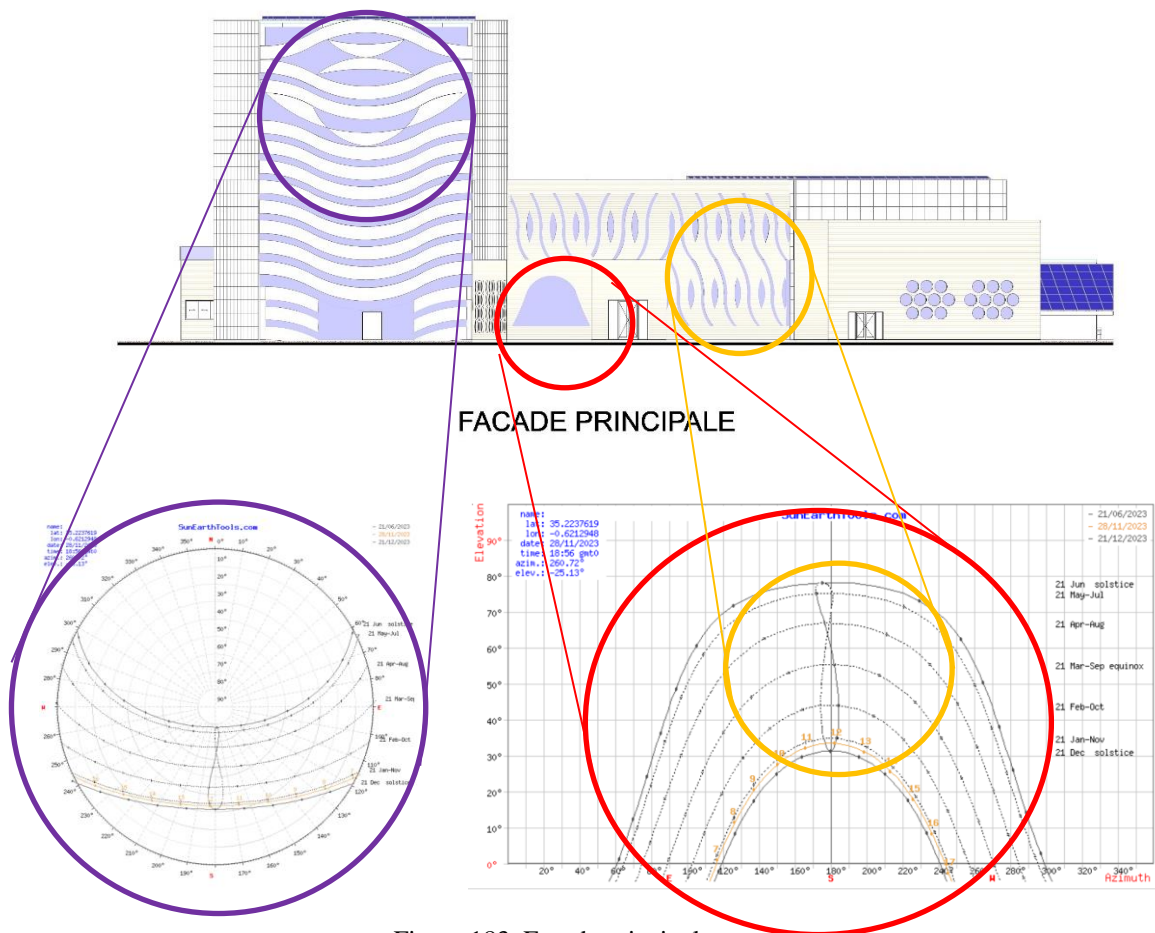


Figure 183. Façade principale.

Source : L'auteur.

Les courbes sur les façades sont des éléments préfabriqués en béton qui sont placés sur les commandes, ce qui donne une sensation dynamique aux façades et leur permet de briser le soleil grâce à leur position au sud.

J'ai pris en compte le principe de transparence pour la façade nord afin d'assurer le confort d'éclairage naturel dans les espaces.

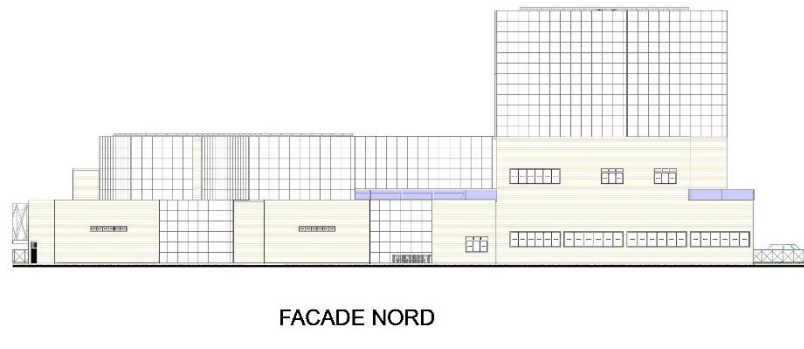


Figure 184. Façade secondaire.

Source : L'auteur.

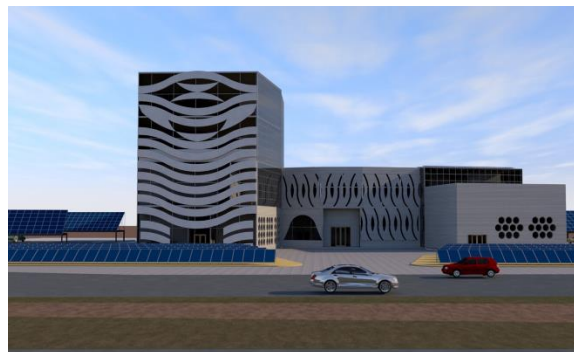


Figure 185. Façade.

Source : L'auteur.

Conclusion.

Ce chapitre on commence par le programme de projet on montre les fonctions, les espaces et capacité d'accueil, on a fini cette approche par la conception architecturale. Ainsi, il demeure une approche technique de projet qui met en évidence les détails essentiels du projet.

**5 Chapitre V : APPROCHE TECHNIQUE :
PROJET ET DETAIL.**

Introduction.

Il s'agit du dernier chapitre qui représente une étape dans l'aspect technique de la conception architecturale, en allant au-delà du détail. Pendant cette approche, on montre l'accent sur le développement en détail le système structurel, ainsi que sur les différentes techniques utilisées, prenant en compte la nature de l'équipement et ses exigences techniques, tout en répondant aux besoins des utilisateurs et de leur confort.

5.1 Gros œuvres.

5.1.1 Infrastructure.

Pour stabiliser l'ensemble de structure de bâtiment qui est due aux grandes portées, on a choisi des fondations superficielles isolées en béton armé préfabriqué.

Assemblé avec le poteau assuré par un fût de fondation préfabriqué donc la semelle contient un fût pour encastrée le poteau.

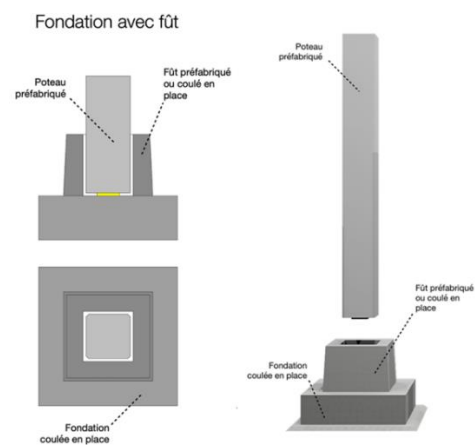


Figure 186. Fondation avec fût.

5.1.2 Système constructif.

Système constructif représente la superstructure de bâtiment, on préfère portique préfabriquée en béton armé par noyau métallique avec les armatures en acier pour renforcer notre structure et pour réduire la section de poteau, ça va donner mieux d'exploitation des espaces.



Figure 187. Assemblage poteau-poutre

Source : <https://www.batiproduits.com>

a Portique.

Portique en béton armé préfabriqué offre des portées libres pouvant atteindre 32 mètres, ce qui nous permet de disposer des bureaux, des salles de formations et des laboratoires sur deux niveaux sans aucun obstacle.

b Caractéristiques de portique préfabriquée en béton.

Durabilité de portique, grande portée, flexibilité des espaces, installation facile et rapide et un niveau de double hauteur peut être élevé jusqu'à 9 mètres.

c Assemblage par

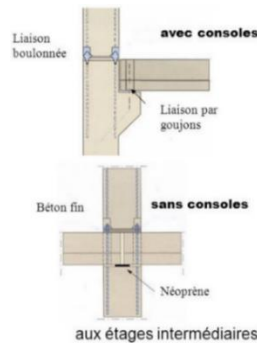


Figure 188. Assemblage poteau-poutre

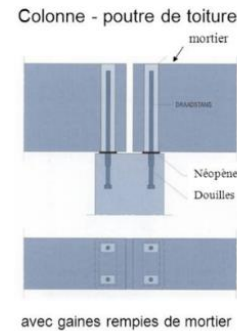


Figure 189. Assemblage poutre-poutre

Source : <https://www.slideplayer.fr/amp/1144839/>

On utilise le type d'Assemblage par brochage pour les éléments portique verticale et horizontale. **(Planche 10, Tableau 7)**

Pour la structure de toit des parkings, on a utilisé une ossature à portique en acier IPN, assemblée par boulonnage, pour mieux comprendre, voir **(Tableau 5. Planche 8) et (Tableau 7. Planche 12)**.

5.1.3 Plancher alvéolé.

C'est une dalle précontrainte d'épaisseur réduit, elle nous permet de franchir des portées exceptionnellement élevées intégré avec les espaces ouverts de l'équipement et structure de portique.

Cette dalle présente des avantages permettant de garantir le confort des usages, tels que son isolation acoustique et thermique, ainsi que sa résistance au feu.

- Et pour ses caractéristiques :
 - Elle peut supporter de grandes charges et atteindre une portée de 9,5 à 16 mètres.
 - Sa mise en œuvre est facile, puisque son assemblage et sa manutention sont simples.
- Pour l'Assemblage :

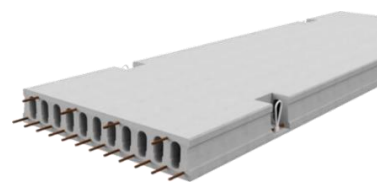


Figure 190. Plancher alvéolé.

Source :

<https://www.rector.fr/produits/dalle-alveolee>

Les dalles sont équipées par des armatures précontraint. Il est nécessaire d'ajouter une armature supplémentaire sur le chantier afin de garantir les liaisons avec les portiques avec le remplissage de joint longitudinale entre les planchers par béton sur chantier.

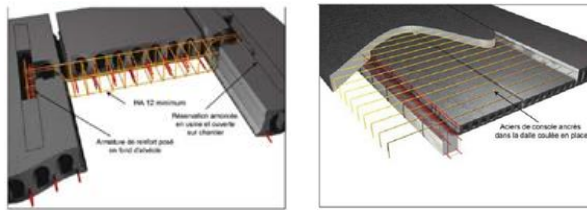


Figure 191. Assemblage des plancher alvéolé.

Source : <https://www.seac-gf.fr/structure-prn-contreainte-dalle-alm-oln-e-montages-possibles.pdf14.p57.php>

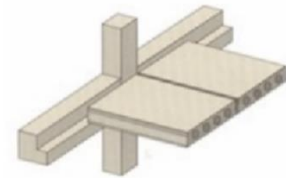


Figure 192. Montage plancher-poutre.

Source : <https://www.slideplayer.fr/amp/1144839/>

5.2 Circulation verticale.

5.2.1 Escalier.

Type choisi est escalier droit à trois volées, type A (voir tableau 3 : les éléments préfabriqués en béton armé), assemblé par des éléments en acier boulonné avec le béton ou mur d'échiffre. Largeur de contre marche 1.50 m



Figure 193. Type d'escalier utilisé.

Source : <https://www.archiexpo.fr/prod/planas/product-105237-1026549.html>

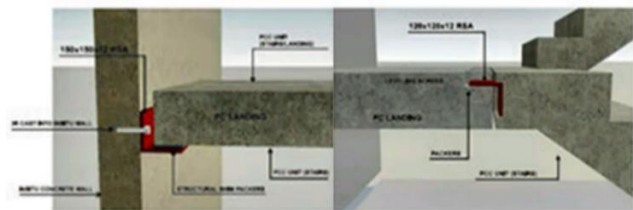


Figure 194. Assemblage d'escalier.

Source : L'auteur.

5.2.2 Montes charges.

C'est un ascenseur conçu pour transport de charge lourde, en fonction de sa capacité de lavage, il peut être utilisé par les utilisateurs et usagers pour la circulation verticale. Dans notre cas, il a deux fonctions, lavage et circulation pour chaque monte-charge.

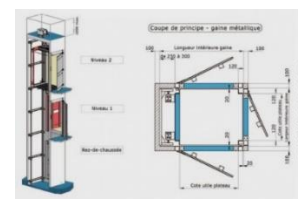


Figure 195. Monte-charge.

Source : <https://www.aci-elevation.com/pdf>

5.3 Mur et cloison.

On utilise mur ou panneau préfabriqué en béton seulement à l'intérieur de l'équipement pour la séparation entre les espaces, en raison de leur rapidité d'installation sur le chantier et de leur qualité de finition.



Figure 196. Mur de séparation des espaces.

Source : <https://www.archiexpo.fr/prod/pretersa-prenavisa/product-124637-1520936.html>

5.4 Traitement des façades.

5.4.1 Façade en béton architectonique.

- Dans le traitement de façades on utilise les panneaux de façade non portant en béton.
- On a choisi des motifs architectoniques pour donner notre façade mouvement et dynamique.

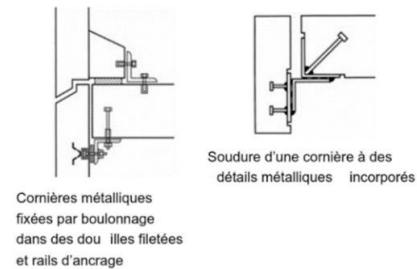


Figure 197. Mode d'assemblage de façade en béton architectonique.

Source : <https://www.slideplayer.fr/amp/1201215/>

- Façade en béton architectonique permet nous une conception libre avec qualité de finition élevée et divergence de choix de couleur.

5.4.2 Mur rideau.

Mur rideau pour donner un aspect de transparence sur les façades quand on a besoin d'éclairage et d'enseulement.

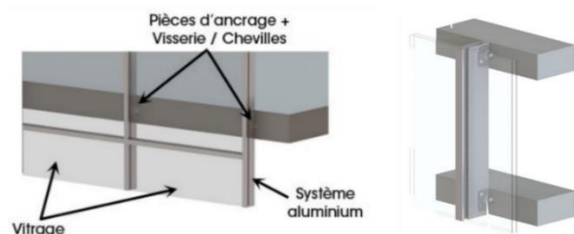


Figure 198. Mur rideau.

Source : <https://www.louineau.com/mise-en-œuvre/elements-justifies-mur-rideau>

5.5 CES.

5.5.1 Joint de structure.

La structure porteuse du bâtiment nécessite la présence de plusieurs types de joint comme joint de dilatation et de rupture.



Figure 199. Joint de structure.

Source : <https://emac.es/fr/joints-de-dilatation-et-fractionnement>

5.5.2 Système de mise en sécurité d'incendie.

On utilise plusieurs systèmes différents pour garantir la sécurité des utilisateurs.

- Les détecteurs sont programmés pour détecter la présence de fumée et émettre une alerte sonore. Ils sont connectés aux équipements de contrôle et de signalisation dans les salles blanches.
- Panneaux sortis de secours et signalisation et évacuation plan d'évacuation.
- Système extinction d'incendie.
- Il est prévu d'installer dans les espaces de circulation un réseau de robinets d'incendie armé (RIA) dont la distance maximale est de 25-30 mètres et qui sera relié à une réserve d'eau sous pression.



Figure 200. Détecteur incendie.

Source : <https://www.encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTq3M9>



Figure 201. Panneaux sortis de secours.

Source : <https://www.maisonderlemploisvla.com/le-panneau-issu-de-secours-est-il-une-obligation/amp/>

5.5.3 Éclairage artificiel.

Concernant l'éclairage, un appareil qui transforme de l'énergie électrique en lumière en utilisant des lampes LED (lampe à diode électroluminescente) en raison de leur faible consommation et de leur durée d'allumage importante.

On utilise des câbles pour distribuer le courant électrique : 1,5 mm² pour un circuit d'éclairage de 10 A, 2,5 mm² pour les circuits de prises de 16 A, 6 mm² pour les circuits de prises de 32 A pour les gros appareils.

5.5.4 *Système HVAC.*

(Heating, ventilation and air-conditioning). Le terme CVAC est fréquemment utilisé pour désigner le chauffage, la ventilation et la climatisation par (air-conditionné).

Système HVAC permet de réguler la température et l'humidité à l'intérieur avec différents niveaux de précision.

Système HVAC est montré par : CTA : ventilation mécanique grâce à une centrale de traitement de l'air et à une climatisation performante.



Figure 203. Centrale de traitement

Source : <https://www.guide-climatisation.com/climat/centrale>

5.6 VRD.

5.6.1 *Alimentation en eau potable.*

L'installation sera réalisée en s'connectant au réseau d'AEP principal de la ville et en utilisant des tubes multicouches de 20 mm à l'intérieur. Une bache à eau sera prévue dans les locaux techniques en cas de panne d'eau ou d'incendie.



Figure 204. Bache à eau.

Source : <https://www.jousse-sa.fr/pompage-eau-pompage-eau-potable-reservoir-construction-d-une-bache>

5.6.2 *Gaine technique.*

Un local avec au moins une baie d'une surface ouvrante d'au moins 0,4 m² ouvrant directement sur l'extérieur ou sur une courette intérieure non couverte dont la plus petite dimension est inférieure à 1 m.

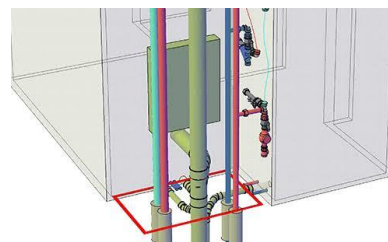


Figure 205. Gaine technique.

Source : <https://gaines-techniques.com/gaines-techniques-gte.html>

5.6.3 Assainissement.

Il est essentiel d'utiliser des matériaux résistants à la fois sur le plan mécanique et chimique pour les tuyaux. Les dimensions de ces tuyaux sont adaptées au débit de la matière solide pour garantir une évacuation efficace de ces effluents.

5.7 Equipement de centrale solaire photovoltaïque.

5.7.1 Panneau solaire photovoltaïque.

Les panneaux en silicium sont utilisés, car ils sont disponibles sur l'unité de fabrication de panneaux située à ENIE, avec une puissance de 250 volts et une capacité de production de 350 Wh par jour.

5.7.2 Systèmes photovoltaïques avec batterie.



Figure 206. Batterie.

Source : <https://azaneo.com/les-different-types-de-batteries-solaires-et-leur-utilisation>

L'installation d'une batterie peut être bénéfique pour augmenter le taux d'autoconsommation d'un projet photovoltaïque en autoconsommation totale ou partielle, car elle permet de consommer directement l'électricité produite sur place. Quand la production dépasse la consommation, l'excédent d'électricité est stocké dans la batterie ; elle est ensuite déstockée lorsque la consommation dépasse la production.

Des logiciels offrent même la possibilité d'améliorer la taille de la batterie en fonction de buts précis. On a choisi batterie de lithium puisqu'il est léger et compacte, il peut décharger

Conclusion générale.

Selon ma conviction en modernité, l'avenir des constructions sera marqué par l'autoproduction et la consommation d'énergie renouvelable, afin de préserver l'environnement et lutter contre le réchauffement climatique, et la popularité des techniques de construction industrielles augmentera dans le domaine de l'architecture.

Au cours de mon travail, j'ai tenté de concrétiser mes objectifs dans ce projet de centre d'innovation et de développement d'énergie solaire à Sidi Bel Abbès, et j'ai découvert le système constructif approprié et intégré avec les fonctions.

L'intégration du projet dans le site repose sur une relation systématique entre le thème, le programme et le système constructif.

La centrale solaire photovoltaïque joue un rôle symbolique, cela permet au projet d'être un point de repère pour l'équipement et pour la ville et de pouvoir le distinguer facilement d'en haut, par exemple sur les cartes.

Avantage de préfabrication assurée par le choix des éléments construction en béton armé sont :

- Poste de main d'œuvre est extrêmement réduit, ça garantir la sécurité sur chantier.
- Facilité de mise en œuvre pour rapidité d'installation et la possibilité de montage des éléments.
- Haut qualité de finition avec résistance au feu.
- Possibilité de modulation des espaces.

La batterie de stockage d'énergie peut remplacer les groupements électrogènes dans les grands équipements et pour les autres peut être source d'énergie, bien sûr avec l'installation d'onduleur et de transformateur.

Je suis satisfaite de mes compétences en architecture, elles ont été enrichies cette année avec l'option de préfabrication et d'architecture systématique, je suis contente de l'avoir choisie.

Je suis plein de bonheur après la conclusion de mon mémoire, j'espère avoir réussi à maîtriser ce travail.

Bibliographie.

1. Ouvrages.

Livres.

- Pete Silver et Will Mc Lean, *comprendre simplement les techniques de construction*, Edition le moniteur 2014.
- Gérard Pinot et Emmanuel Redoutey, *Démarches de programme architecturale de l'usage à ouvrage*, https://www.mediafire.com/file/uawhdw00bo5a8ac/Démarches-de-programmation-de-lusae-à-luvrage_Gérard-Pinot_-Emmanuel-Redoutey_pdf/file / édition le moniteur.
- Ursula Bouteville, *Construction comment ça marche toutes les techniques de construction en images*, édition le moniteur 2^e Edition, édition le moniteur, mai 2016
UE

Documents PDF.

- Préfabrication et industrialisation usages, impacts et évolution des compétences dans le BTP contact@metiers-btp.fr www.metiers-btp.fr
- La préfabrication <http://www.e-periodica.ch/>
- DOSSIER DE PRESSE (HÉLIOS) https://tecsol.blogs.com/files/dp-ines_20141216_bd.pdf
- Monographie wilaya de sidi bel abbès, ANIREF, <https://www.aniref.dz/DocumentsPDF/monographies/MONOGRAPHIE%20WILAYA%20SIDI%20BEL%20ABBES.pdf>
- Plan d'urbanisme directeur de la commune de sidi-bel-abbès/<https://www2.univ-sba.dz/getMedium/e1a5749d5c000148c174503707308bf1.pdf>
- RPA 99, version 2003

Polycopié de cours PDF.

- Dr SAIDI Hemza, *Energies Renouvelables*, https://www.univ-chlef.dz/ft/wp-content/uploads/2020/04/Polycopi%C3%A9_SAIDI-Hemza.pdf, Année universitaire 2016-2017
- Dr. ABDEREZZAK Bilal, *Energies Renouvelables*/Dr. ABDEREZZAK Bilal/ Janvier 2017/ <http://dspace.univ-chlef.dz/handle/123456789/1233>

- Polycopie de cours Applications et dimensionnement des systèmes à énergies renouvelables/ Dr Boutlilis Fatima/ <https://e-biblio.univ-mosta.dz>

Mémoire PDF.

- Etude d'une centrale solaire thermique/<https://biblio.univ-annaba.dz/ingeniorat/wp-content/uploads/2017/12/KHADRAOUI-ZAKARIA.pdf> /Année 2017

2. Revues et Articles.

- PDAU : Plan directeur d'aménagement urbain de Sidi Bel Abbès.
- POS : Plan d'occupation de sol de Sidi Bel Abbès nord.
- DTR : Document technique réglentaire.

3. Site web.

- www.infociments.fr/glossaire/
- <https://construction-maison.pagesjaunes.fr/astuce/voir/656883/clavetage>
- [https://handbook.glulam.org/volume-2-14-assemblages/.](https://handbook.glulam.org/volume-2-14-assemblages/)
- <https://fr.slideshare.net/RedaAitSaada/portique-mooc-structure>
- <https://www.ecb.europa.eu/ecb/educational/explainers/tell-me-more/html/growth.fr.html>
- <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/recherche-d%C3%A9veloppement/67013>
- <https://www.ecb.europa.eu/ecb/educational/explainers/tell-me-more/html/growth.fr.html>
- <https://www.quelleenergie.fr/economies-energie/panneaux-solaires-photovoltaiques/centrale-solaire>
- <https://www.gdsolaire.com/une-centrale-photovoltaique-cest-quoi-et-comment-ca-fonctionne/>
- <https://www.gdsolaire.com/une-centrale-photovoltaique-cest-quoi-et-comment-ca-fonctionne/>
- <https://www.synox.io/cat-smart-energy/centrale-photovoltaique/>
- <https://www.archdaily.com/775388/chu-hall-solar-energy-research-center-smithgroupjjr>
- <https://www.ecosources.org/@institut-national-de-l-energie-solaire>
- <https://www.archdaily.com/605566/ines-french-national-solar-energy-institute-atelier-michel-remon-agence-frederic-nicolas>

– <https://fr.otec-engineering.com/project/el-khneg---laghouat---solar-plants---60mw--algeria>

– https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Sidi_Bel_Abbès

4. Video.

– <https://www.dailymotion.com/video/xz5ir9> 20/11/2023

– <https://fr.euronews.com/2022/10/03/energies-renouvelables-les-grandes-ambitions-de-algerie-solaire-et-hydrogrnr-vert> 05/03/2024

5. Visite.

– APC Sidi Bel Abbas.

– DAUC Sidi bel abbès.

Table des matières.

Remerciements.	II
Dédicaces.....	III
Résumé.	IV
ملخص.....	V
Abstract.....	V
Sommaire.....	VI
Table des illustrations.....	IX
Introduction générale.....	1
Problème générale.	2
Problématique.....	2
Hypothèses.	2
Objectifs de la recherche.	2
L'intérêt de la recherche.....	3
Structure du mémoire.	3
1 Chapitre I : APPROCHE THEORIQUE : ARCHITECTURE SYSTEMIQUE : PREFABRICATION.....	4
Introduction.	5
1.1 Définitions de préfabrication et ses notions.....	5
1.1.1 Préfabrication.....	5
1.1.2 Industrialisation.	5
1.1.3 Standardisation.....	6
1.2 Histoire de préfabrication.....	6
1.3 Typologie de préfabrication.....	6
1.3.1 Préfabrication Lourde.	6
a Définition.....	6

b	Caractéristiques.	6
1.3.2	Préfabrication légère.	8
a	Définition.	8
b	Caractéristiques.	8
1.4	Etapes de préfabrication.	9
1.4.1	Conception et planification.	9
1.4.2	Fabrication des moules.	9
1.4.3	Stockage et transport.	10
1.4.4	Mise en œuvre.	10
1.4.5	Logistique et coordination.	10
1.4.6	Lavage et manutention.	10
1.4.7	Numérique.	11
1.5	Types d'installation de préfabrication.	11
1.5.1	Préfabrication foraine.	11
1.5.2	Atelier précaire :	11
1.5.3	Préfabrication en usine.	12
1.6	Types des éléments préfabriqués.	12
1.6.1	Gros œuvre.	12
a	Infrastructure.	12
b	Superstructure.	12
1.6.2	Second œuvre.	13
1.7	Éléments préfabriqués.	13
1.8	Assemblage des éléments.	22
1.8.1	Assemblage des éléments en béton armé.	22
1.8.2	Assemblage des éléments en bois lamellé collé.	22
1.8.3	Assemblage des éléments métallique.	22
1.9	Structure préfabriquée.	26

1.9.1	Structure à ossature.....	26
1.9.2	Structure spatiale.....	27
1.9.3	Structure mixte.....	29
1.9.4	Structure hybride.....	29
1.10	Systèmes de construction en préfabrication.....	30
1.10.1	Système constructif à ossature.....	30
1.10.2	Système constructif à portique.....	30
1.10.3	Système constructif par panneaux.....	31
1.10.4	Système constructif modulaire.....	32
1.10.5	Système de coffrage industrialisé.....	32
a	Table bouche.....	32
b	Coffrage tunnel.....	33
1.11	Avantages et inconvénients de la préfabrication.....	33
1.11.1	Avantages de préfabrication.....	33
1.11.2	Inconvénients de préfabrication.....	33
	Conclusion.....	34
2	Chapitre II : APPROCHE THEMATIQUE : CENTRE D'INNOVATION ET DE DEVELOPPEMENT D'ENERGIE SOLAIRE.....	35
	Introduction.....	36
2.1	Thématique.....	37
2.2	Centre d'innovation et de développement.....	38
2.2.1	Innovation.....	38
2.2.2	Développement.....	38
2.2.3	Innovation et développement.....	38
2.2.4	Centre.....	38
2.2.5	Centre d'innovation et de développement.....	39
2.3	Énergie solaire.....	39

2.3.1	Types d'utilisation d'énergie solaire.....	39
2.3.2	Énergie solaire passive.....	39
2.3.3	Énergie solaire thermique.	39
2.3.4	Énergie solaire photovoltaïque.	40
2.3.5	Énergie solaire thermodynamique.	40
2.4	Énergie solaire en Algérie.	40
2.5	Potentiel d'Énergie solaire en Algérie.	41
2.6	Centrale solaire.....	42
2.6.1	Centrale solaire photovoltaïque.	42
2.6.2	Motivation de choix de Centrale solaire photovoltaïque.	42
	a Fonctionnement d'une centrale solaire photovoltaïque.....	43
	b Avantages et inconvénients d'une centrale photovoltaïque.	43
2.7	Analyse des exemples thématiques	44
2.7.1	Présentation et critères du choix des exemples thématiques.	44
	a Critère de choix des exemples thématique.	44
	b Présentation des exemples thématique.	44
2.7.2	Exemple 1 : Chu hall ; Centre de recherche sur l'énergie solaire.....	44
	a Fiche technique.....	44
	a Analyse de site de Chu Hall.	45
	b Analyse des plans.	46
	c Caractéristiques.	47
2.7.3	Exemple 2 : HELIOS ; nouveau siège de l'Institut National de l'Énergie Solaire (INES)	47
	a Analyse de site de HELIOS.....	49
	b Analyse des plans.	49
	c Volume / façades.	51
	d L'intégration.....	51

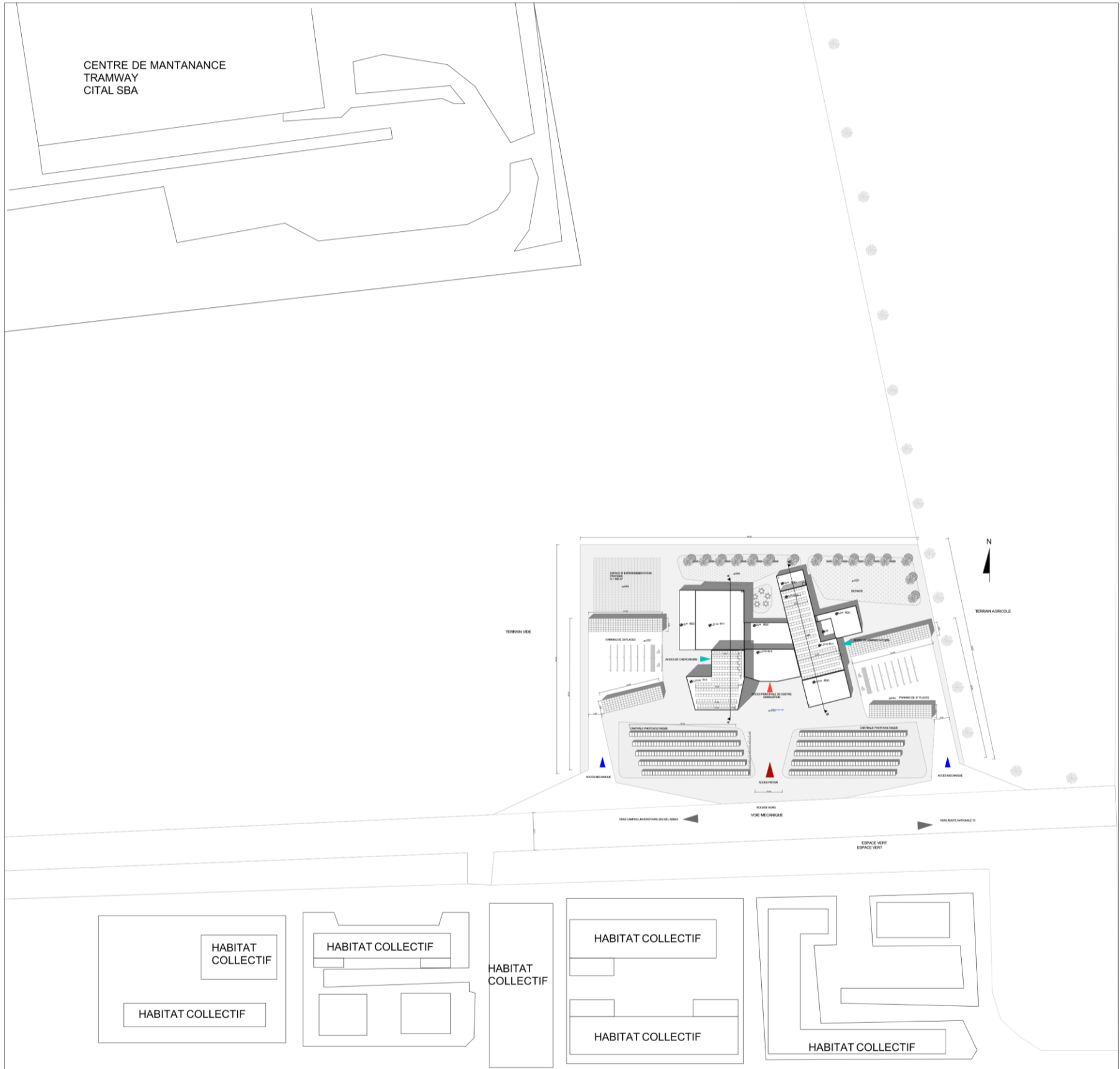
e	Confort visuel.	52
f	Confort thermique.	52
2.7.4	Synthèse d'analyse des exemples thématique de centre d'innovation et de développement d'énergie solaire.	53
2.7.5	Exemple 3 : Centrale solaire photovoltaïque El Kheneg ; Laghouat, Algérie. 54	
a	Analyse de site de centrale solaire photovoltaïque.....	55
b	Description de centrale.	55
c	Organigramme fonctionnel et spécial.....	56
2.7.6	Synthèse d'analyse d'exemple de centrale solaire photovoltaïque.....	56
	Conclusion.....	57
3	Chapitre III : APPROCHE CONTEXTUELLE : ANALYSE CONTEXTE PHYSIQUE ET NATUREL DE SITE D'INTERVENTION.	58
	Introduction.	59
3.1	Wilaya de Sidi Bel Abbès.	59
3.2	Ville de Sidi Bel Abbès.....	59
3.3	Caractéristiques condition climatique et naturelles.....	60
3.3.1	Climat.....	60
3.3.2	Gisement solaire.	60
3.3.3	Relief.....	61
3.3.4	Sismicité.....	61
3.4	Etats existants.....	62
3.5	Projection urbaine.	62
3.5.1	Critère de choix de site d'intervention.....	62
3.5.2	Choix du site.	62
3.5.3	Comparaison entre les sites.....	63
3.6	Site d'intervention.	65
3.6.1	Relation systématique de site, thème, programme et système constructif. 65	

3.6.2	Fragmentation de site d'intervention.	65
3.6.3	Environnement immédiat.	66
a	Visibilité.	66
b	Lisibilité.	66
3.7	Analyse de site d'intervention.	67
4	Chapitre IV : APPROCHE PROJECTION : PROGRAMMATION ET CONCEPTION.	69
	Introduction.	70
4.1	Programme architectural.	70
4.1.1	Elaboration du programme.	70
4.1.2	Capacité d'accueil.	71
4.1.3	Echelle d'appartenance.	71
4.1.4	Durée de fréquentation.	71
4.1.5	Détermination des fonctions.	72
a	Fonctions mère du projet.	72
b	Fonctions principales.	72
4.1.6	Espaces et normes.	73
a	Centre d'innovation.	73
b	Centrale solaire.	77
4.1.7	Organigramme fonctionnel.	77
4.1.8	Programme spécifique.	77
4.1.9	Synthèse de programme spécifique.	80
4.1.10	Organigramme spatial.	81
4.2	Projection architecturale.	81
4.2.1	Décision prises.	81
4.2.2	Répartition des fonctions par étage.	81
4.2.3	Schéma de principe.	83

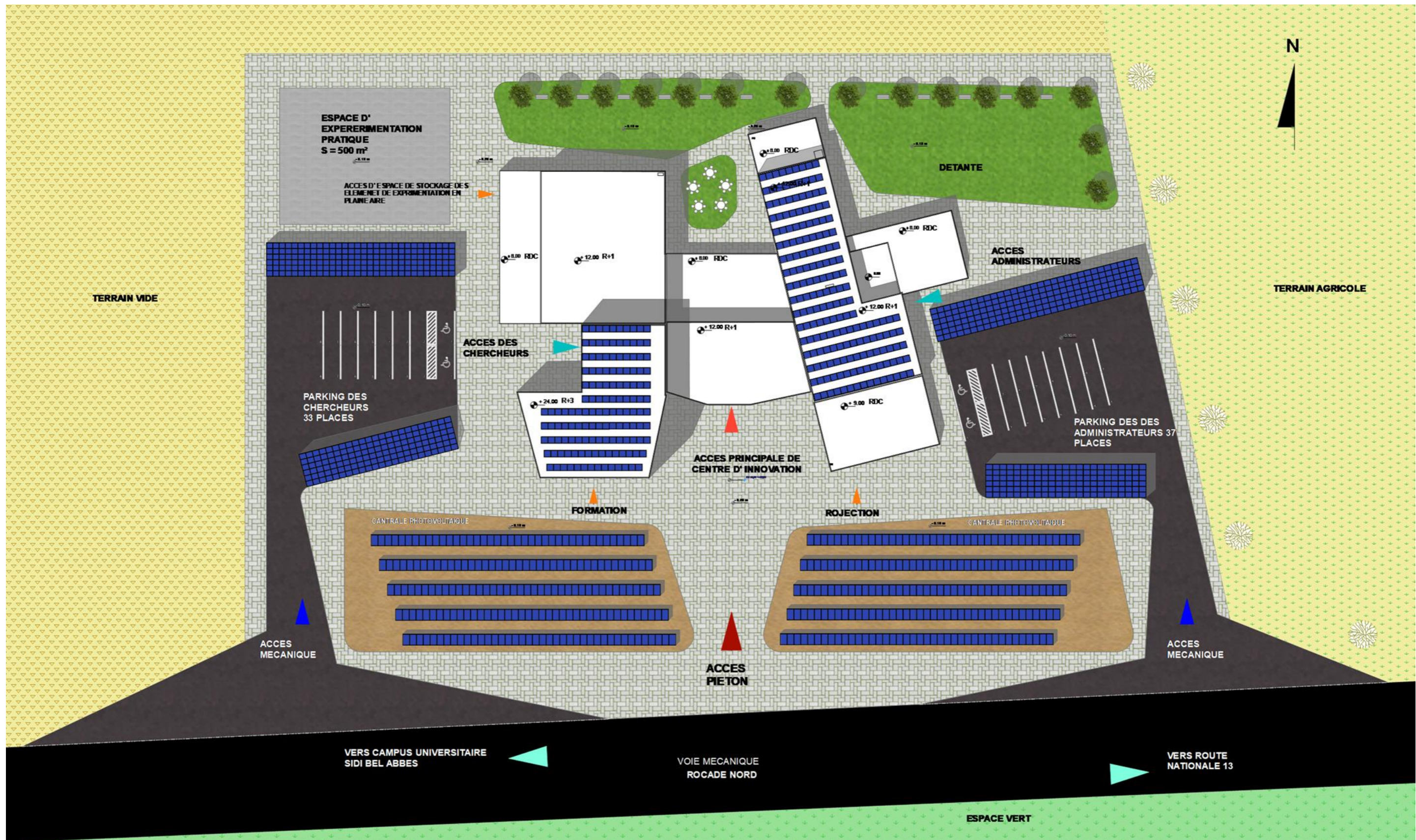
4.2.4	Genèse de projet.....	83
4.2.5	Présentation graphique.....	84
a	Plan de masse.	85
b	Plan du RDC et étage.	86
c	Étages 2 et 3 -ème.....	87
d	Façades.	88
	Conclusion.	89
5	Chapitre V : APPROCHE TECHNIQUE : PROJET ET DETAIL.....	90
	Introduction.	91
5.1	Gros œuvres.....	91
5.1.1	Infrastructure.....	91
5.1.2	Système constructif.....	91
a	Portique.....	91
b	Caractéristiques de portique préfabriquée en béton.	92
c	Assemblage par	92
5.1.3	Plancher alvéolé.....	92
5.2	Circulation verticale.	93
5.2.1	Escalier.....	93
5.2.2	Montes charges.	93
5.3	Mur et cloison.....	94
5.4	Traitement des façades.	94
5.4.1	Façade en béton architectonique.....	94
5.4.2	Mur rideau.....	94
5.5	CES.....	94
5.5.1	Joint de structure.	95
5.5.2	Système de mise en sécurité d'incendie.....	95
5.5.3	Éclairage artificiel.....	95

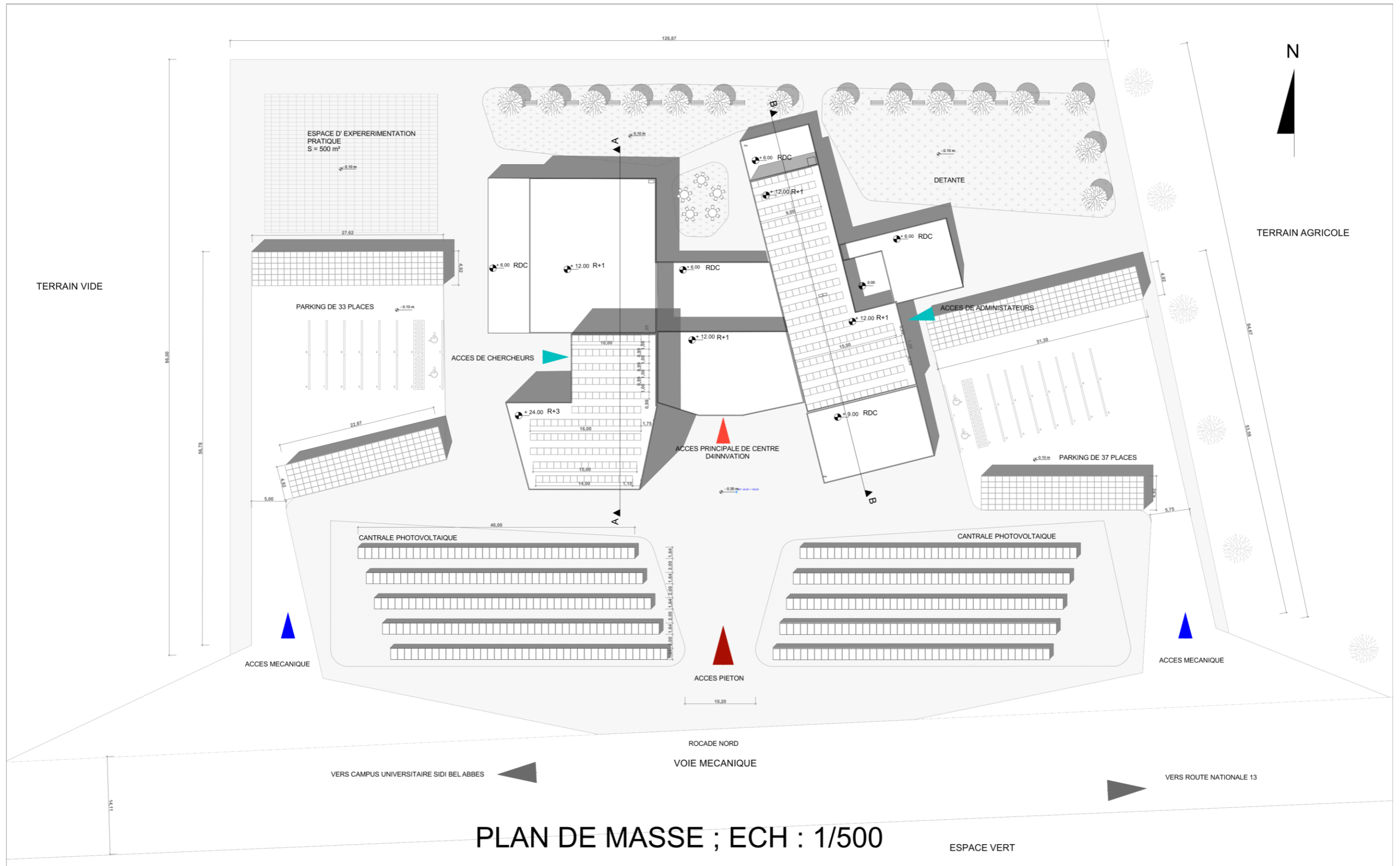
5.5.4	Système HVAC.....	96
5.6	VRD.	96
5.6.1	Alimentation en eau potable.	96
5.6.2	Gaine technique.	96
5.6.3	Assainissement.....	97
5.7	Equipement de centrale solaire photovoltaïque.	97
5.7.1	Panneau solaire photovoltaïque.	97
5.7.2	Systèmes photovoltaïques avec batterie.	97
5.8	Système structurale de centrale photovoltaïque.	98
	Conclusion.....	98
	Conclusion générale.	99
	Bibliographie.	XVII
	Table des matières.	XX
	Annexe : PRESENTATION GRAPHIQUE.....	XXVIII

Annexe : PRESENTATION GRAPHIQUE.

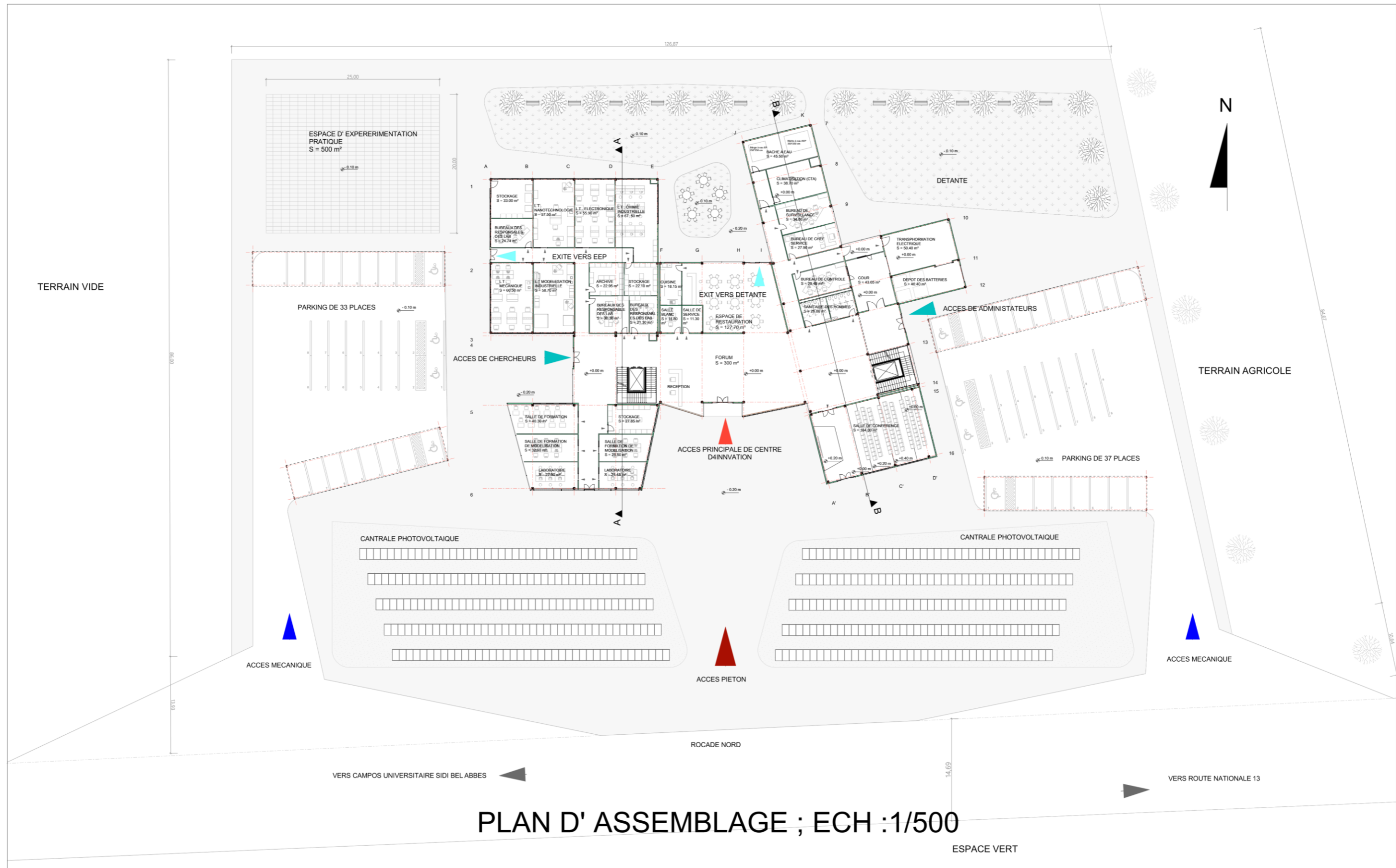


PLAN DE SITUATION ; ECH : 1/1500

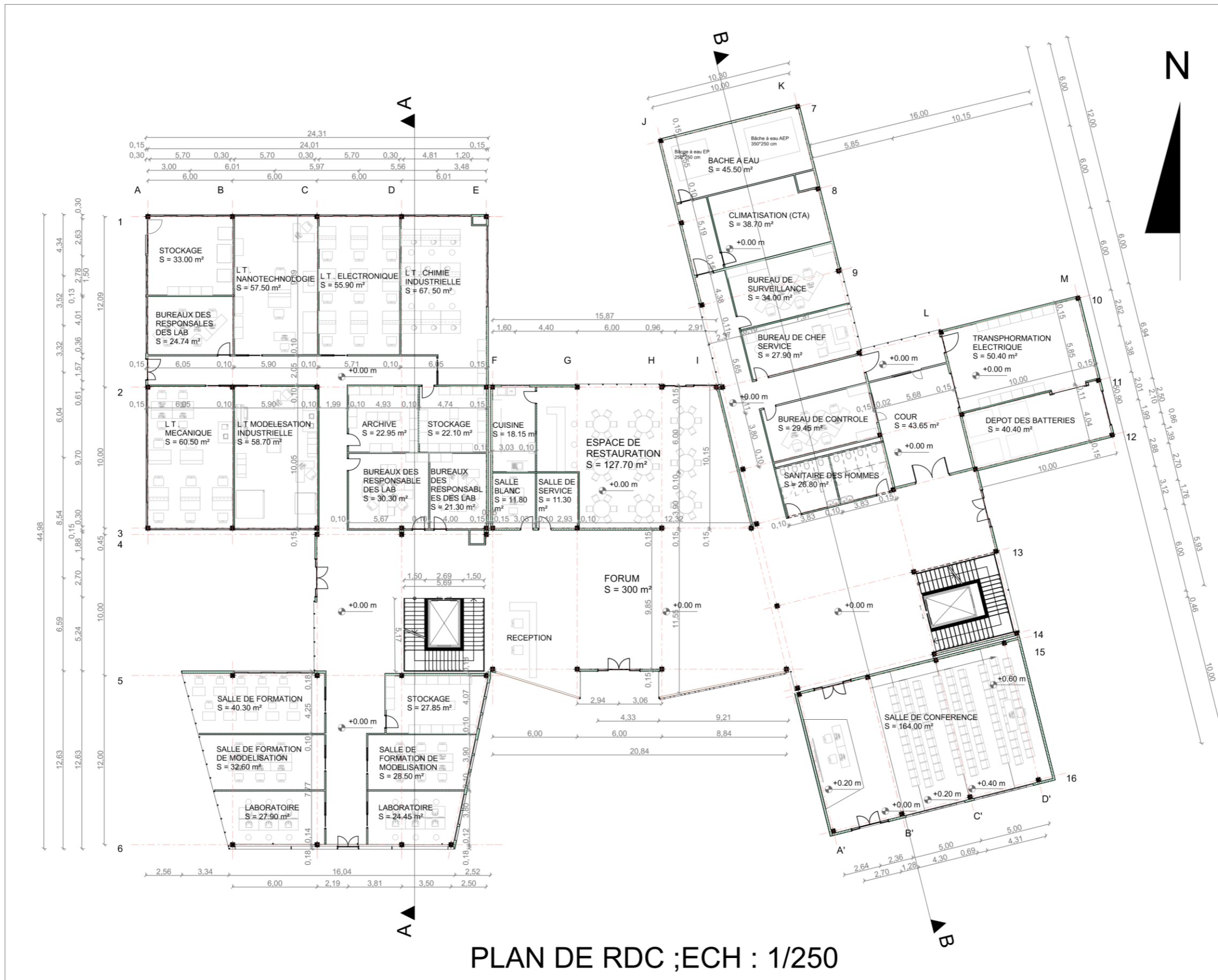




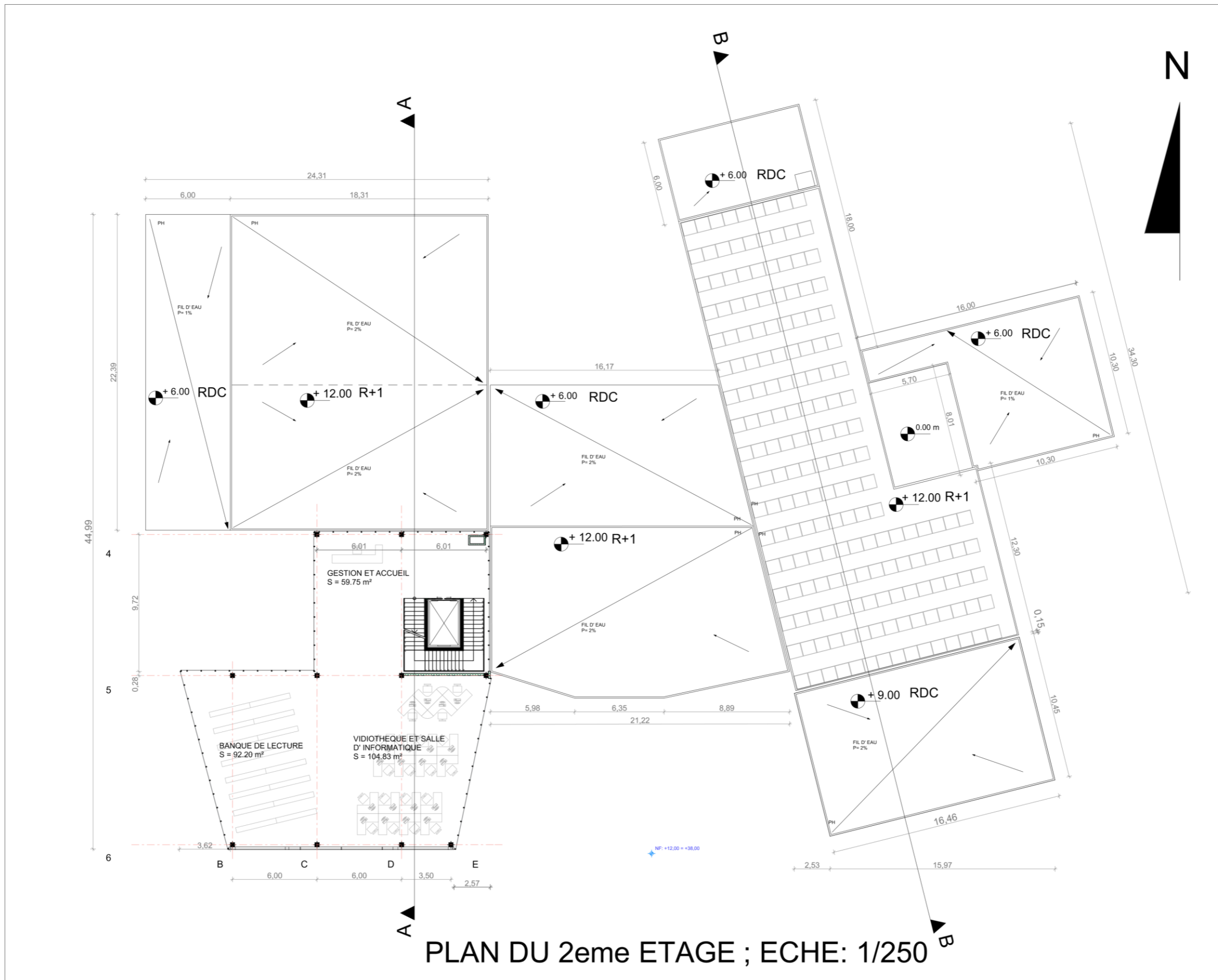
PLAN DE MASSE ; ECH : 1/500



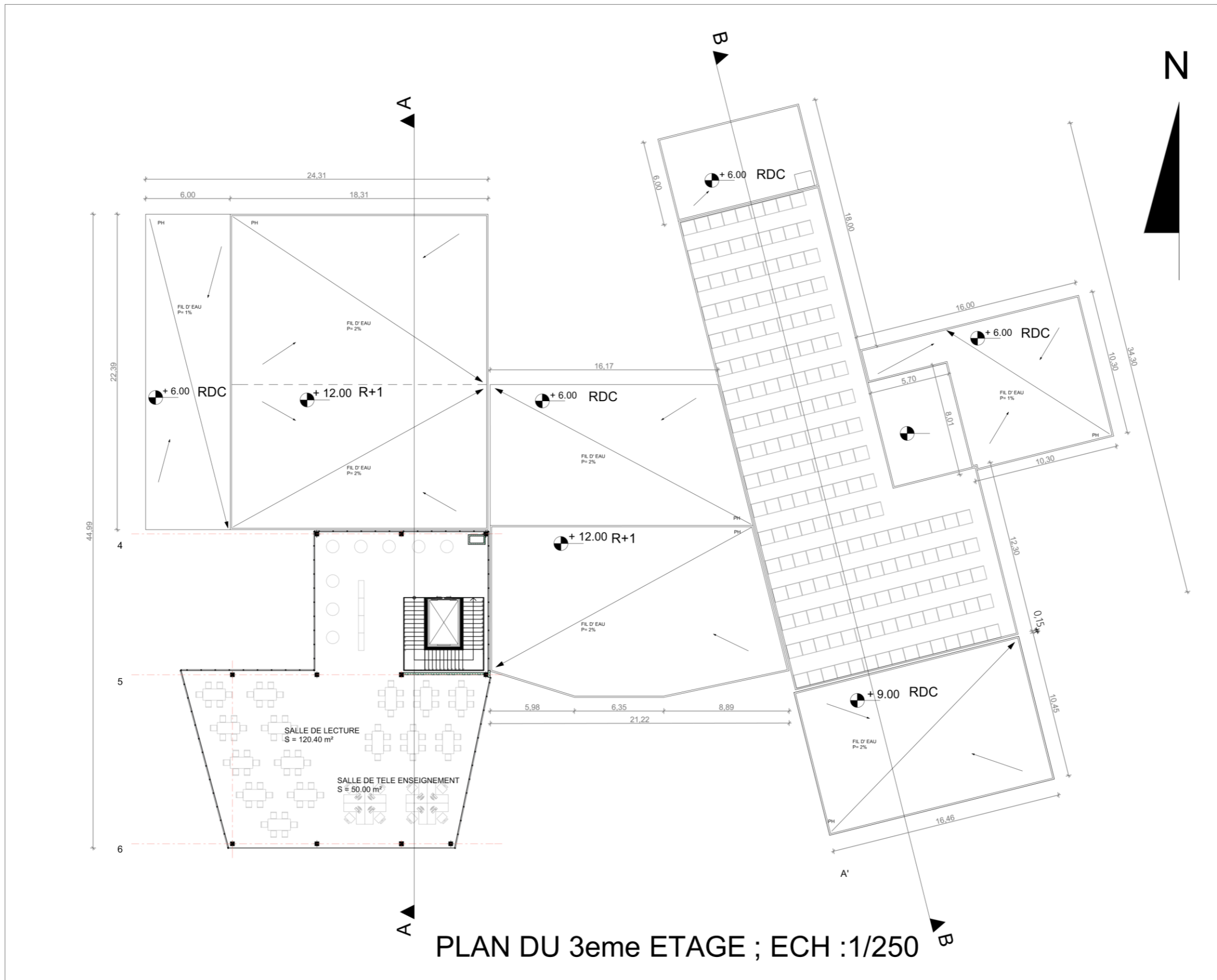
PLAN D' ASSEMBLAGE ; ECH :1/500



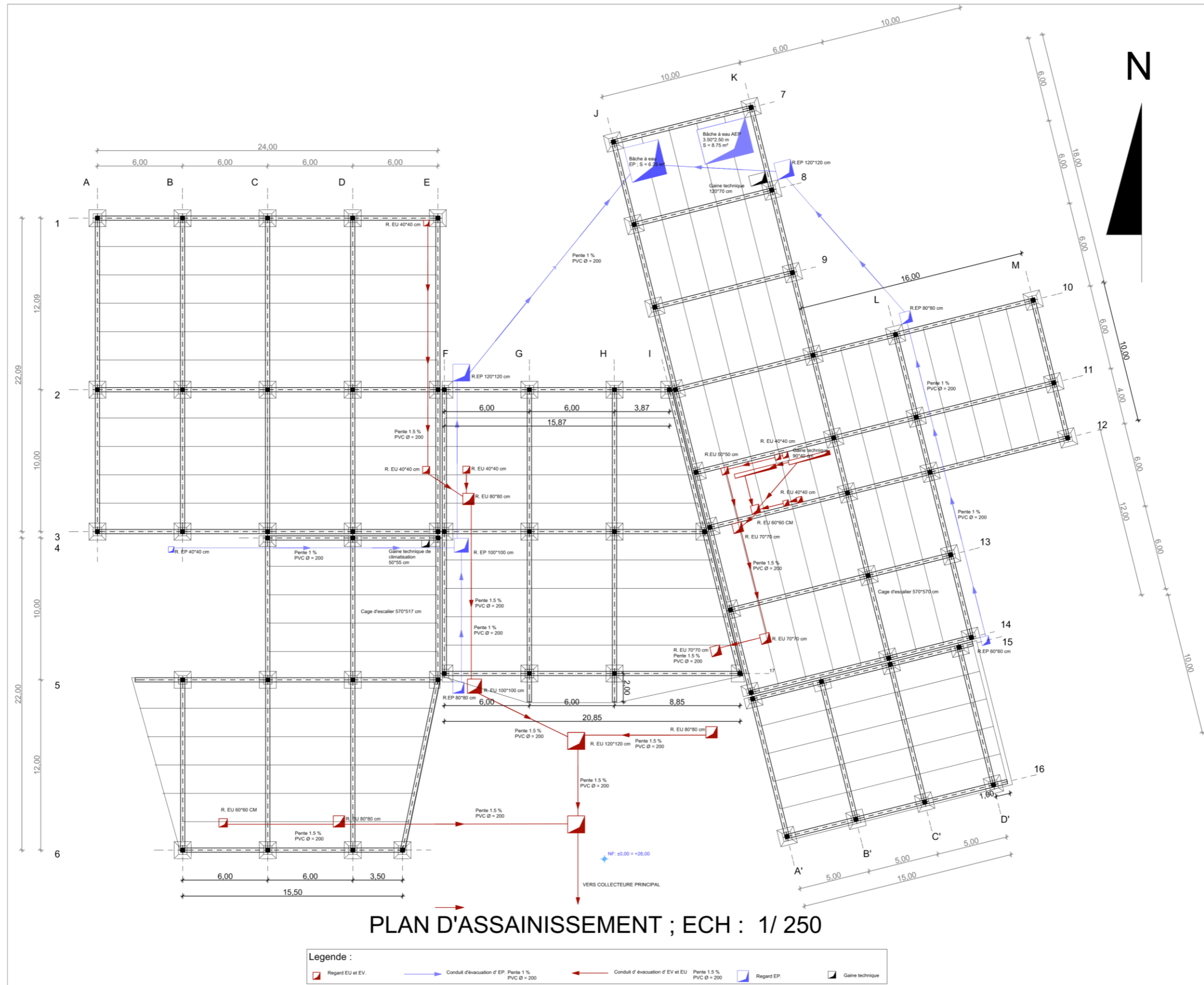
PLAN DE RDC ;ECH : 1/250

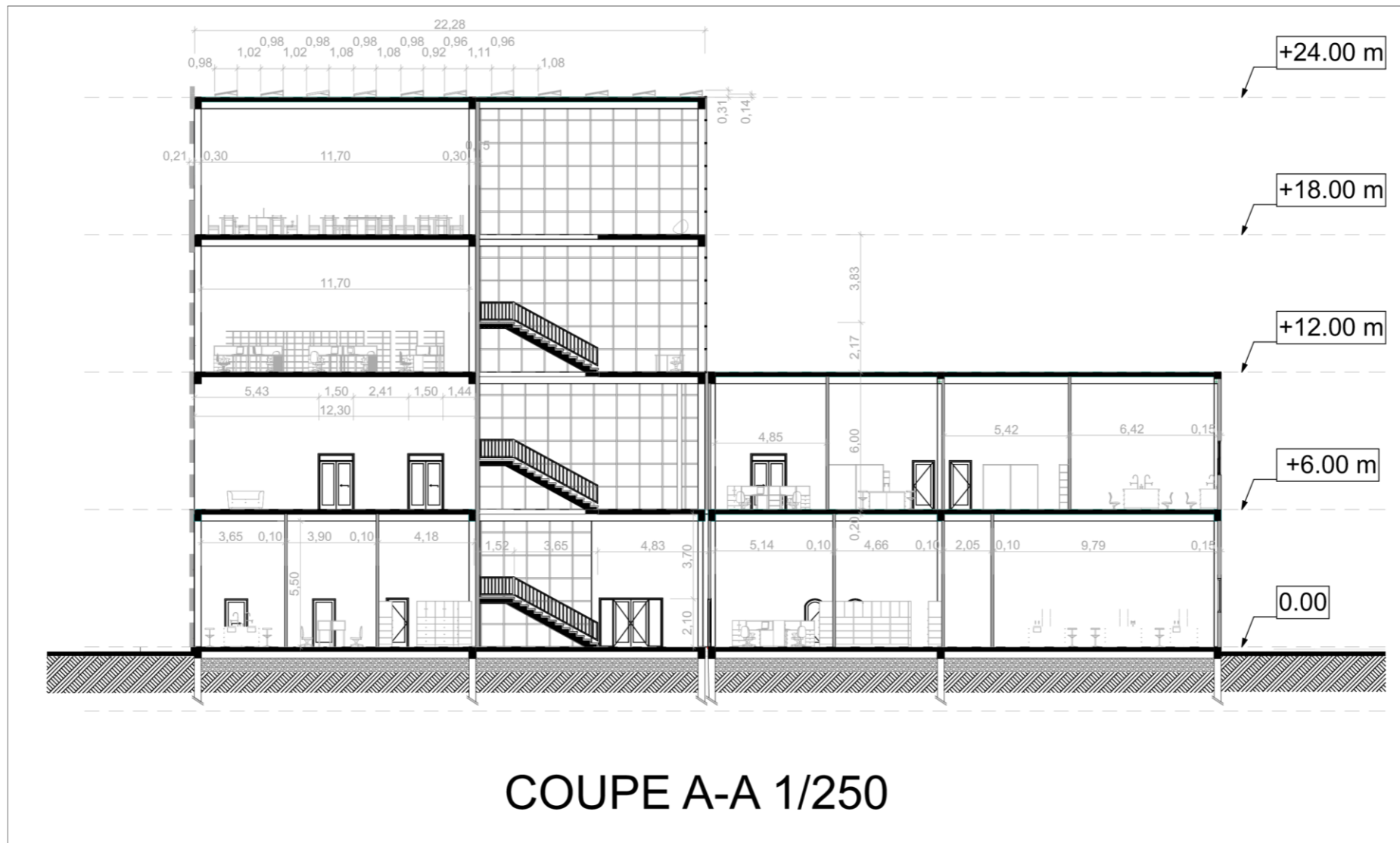


PLAN DU 2eme ETAGE ; ECHE: 1/250



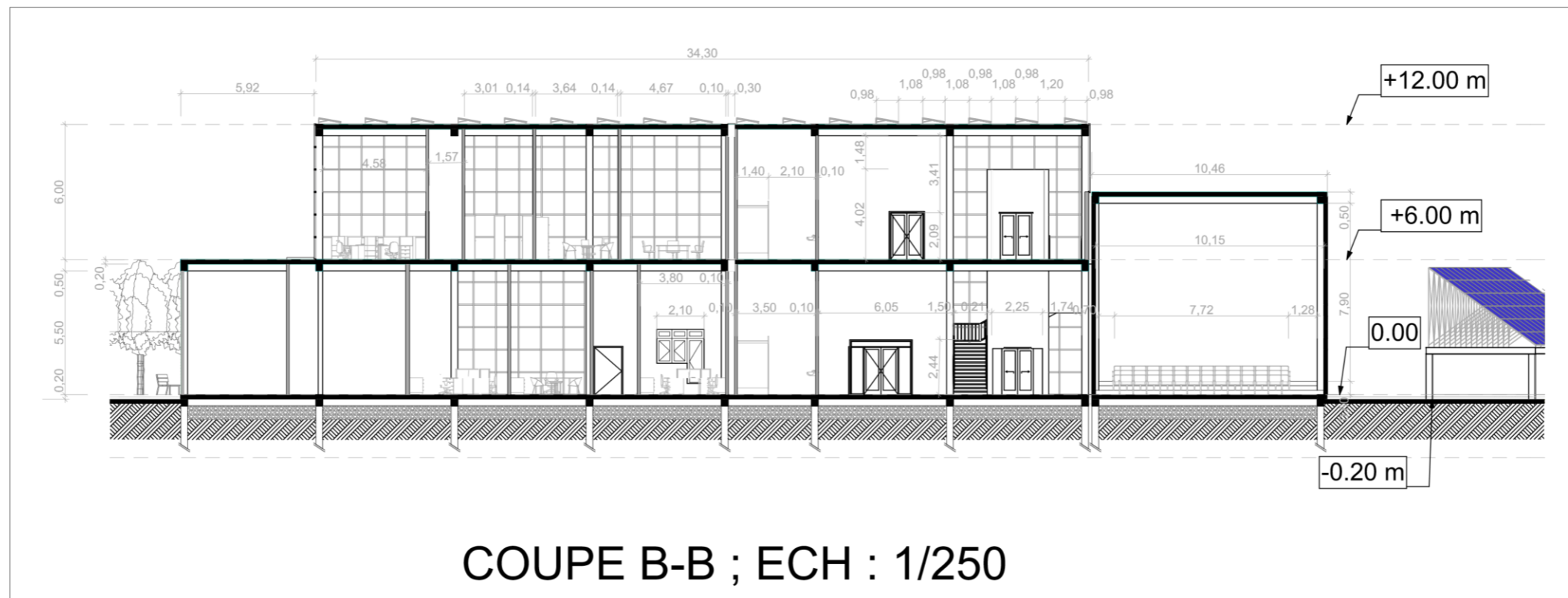
PLAN DU 3eme ETAGE ; ECH :1/250

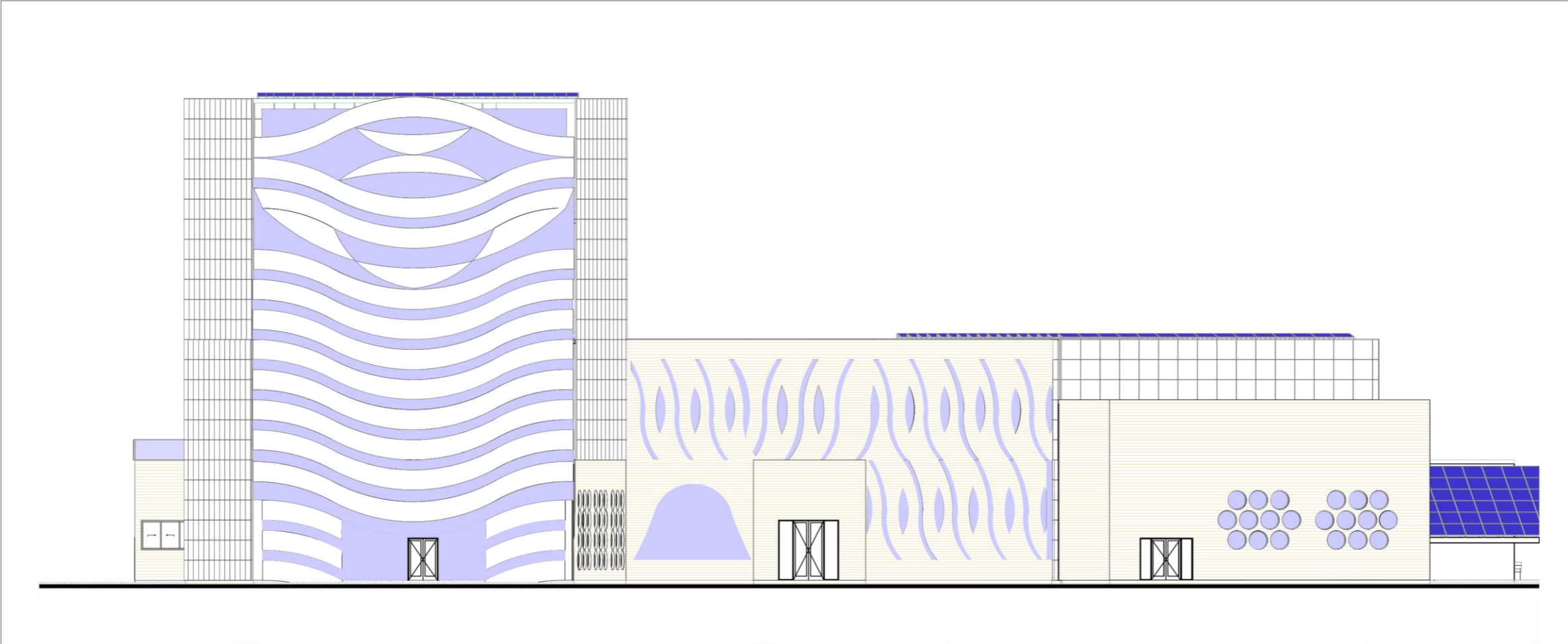




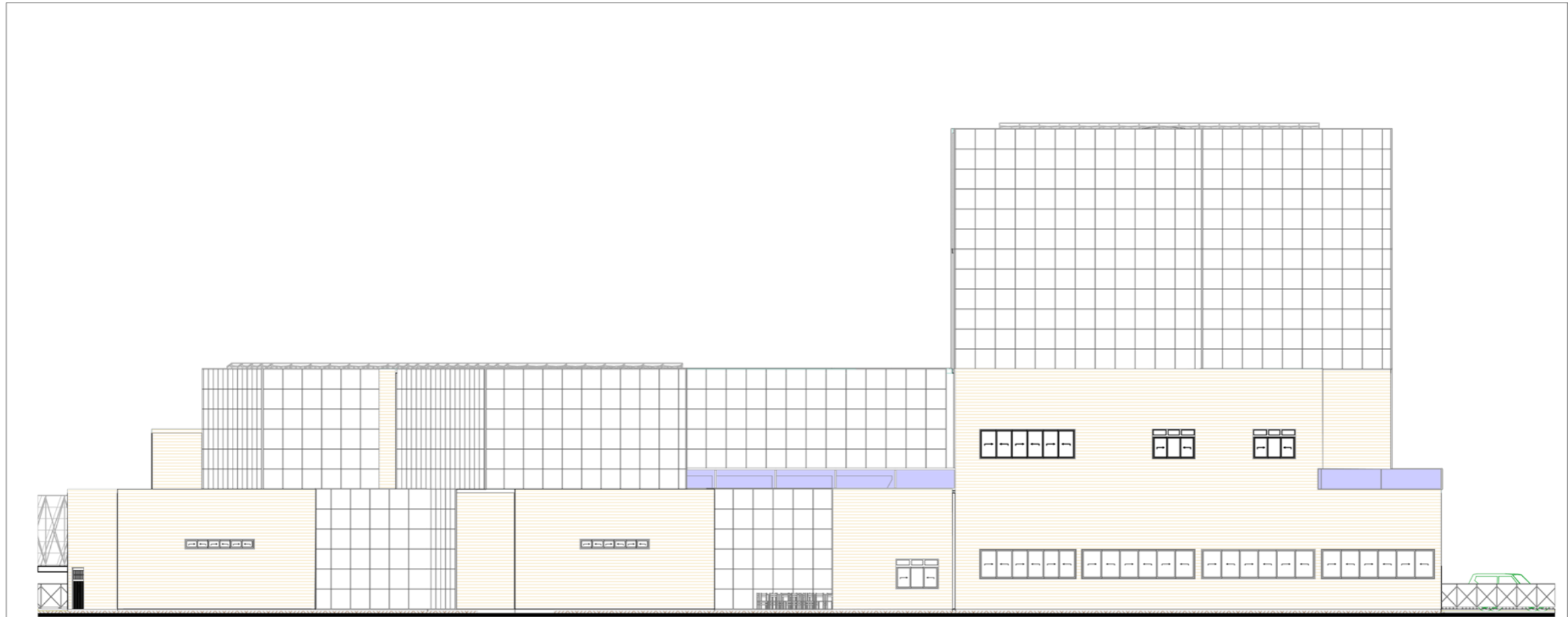
COUPE A-A 1/250

\$

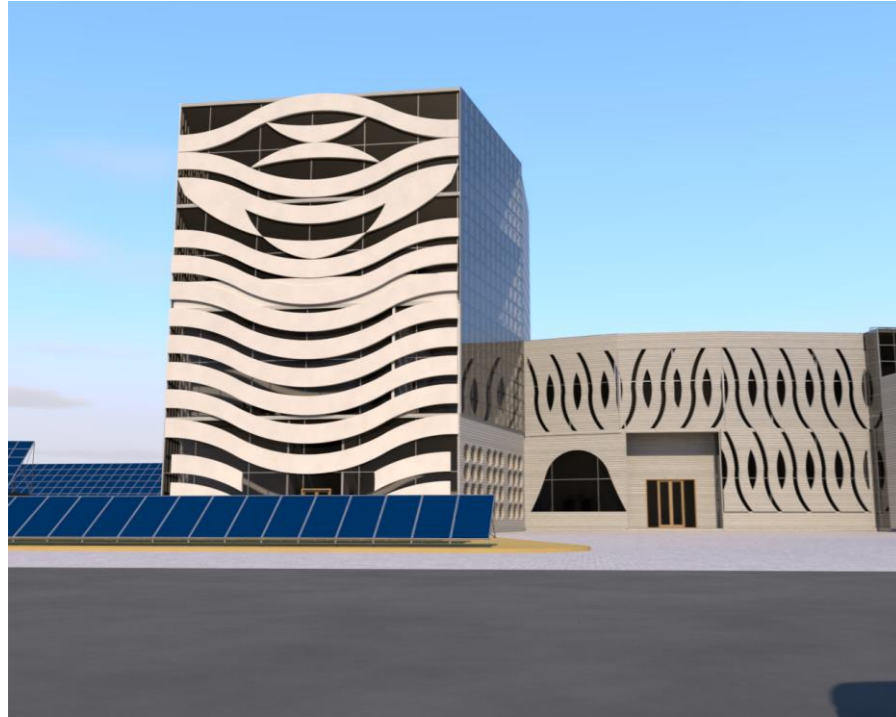




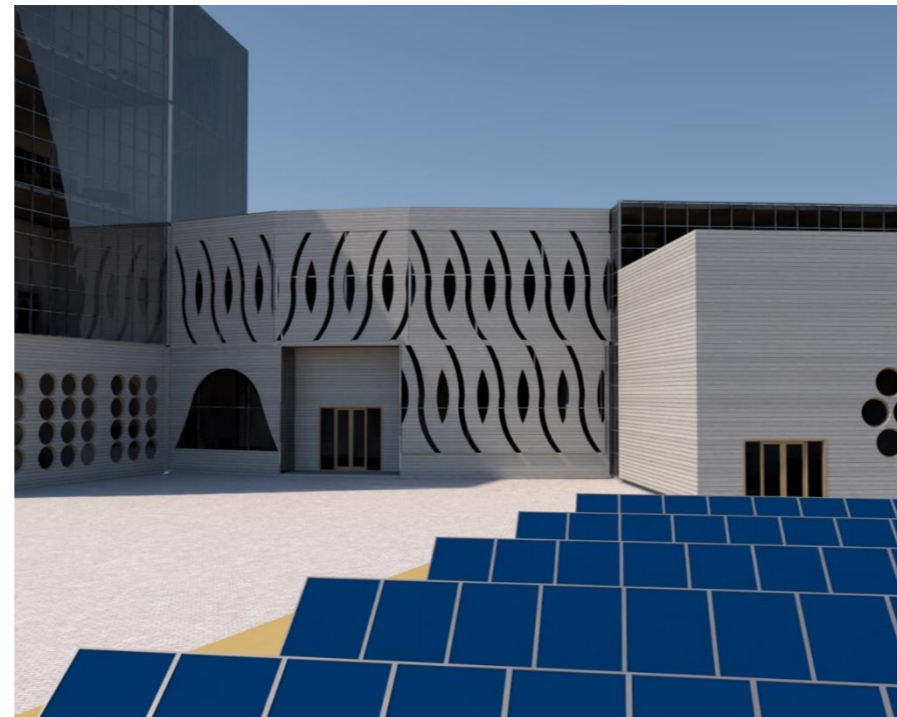
FACADE PRINCIPALE ; ECH : 1/ 250



FACADE NORD ; ECH : 1/250



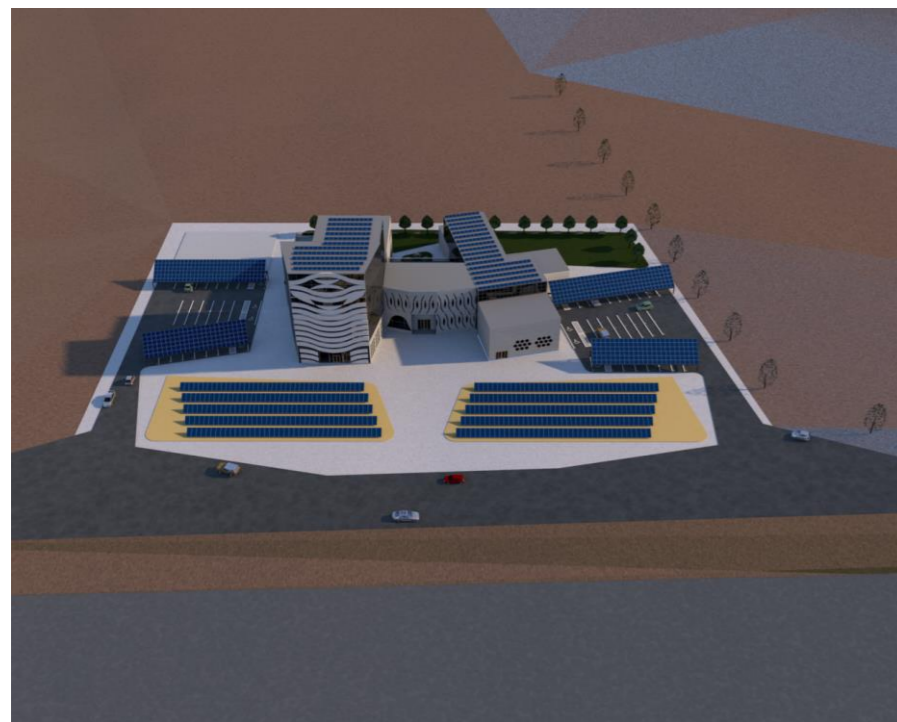
FACADE ARCHITECTUNIQUE.



VUE VERS ENTRE PRINCIPALE.



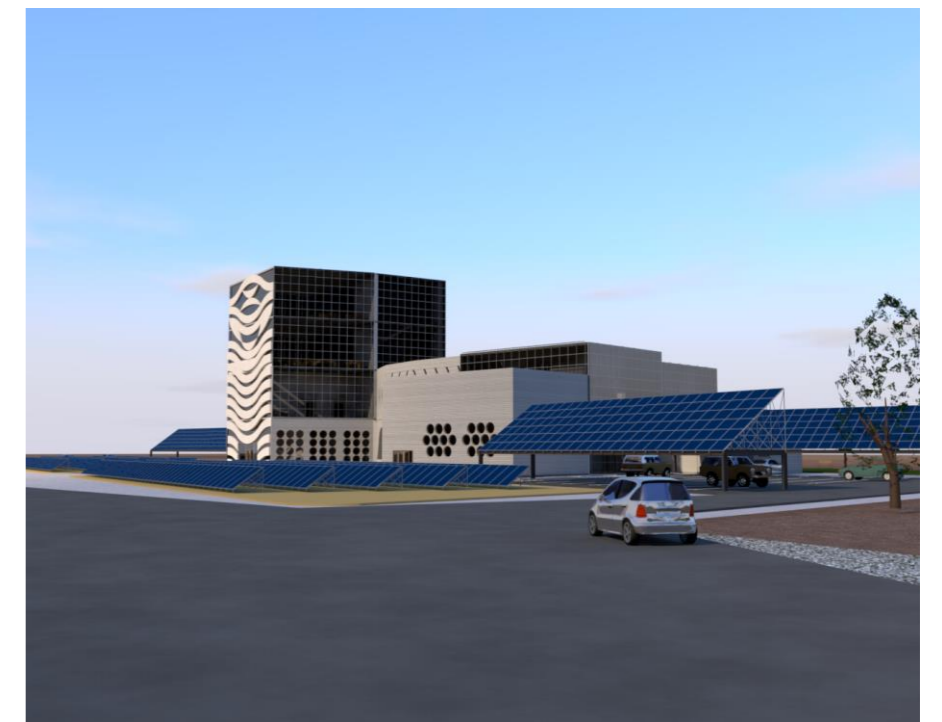
PERSPECTIVE FACADE PRINCIPALE.



VUE AIRIENNE.



VUE VERS ENTRE PRINCIPALE.



PERSÉE VISUELLE 1



PERSPECTIVE FACADE NORD



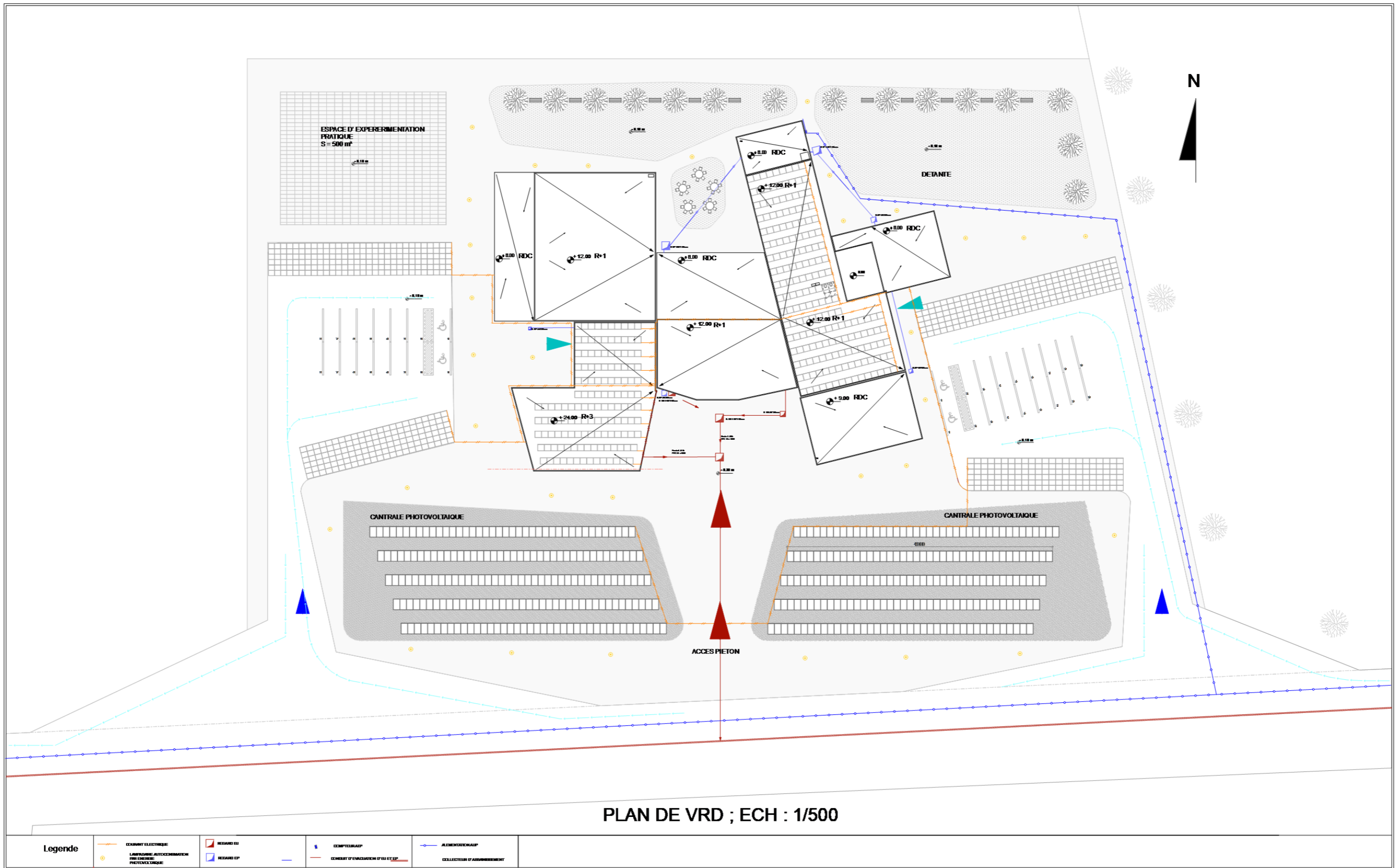
PERSPECTIVE POINTE FLUIDE.

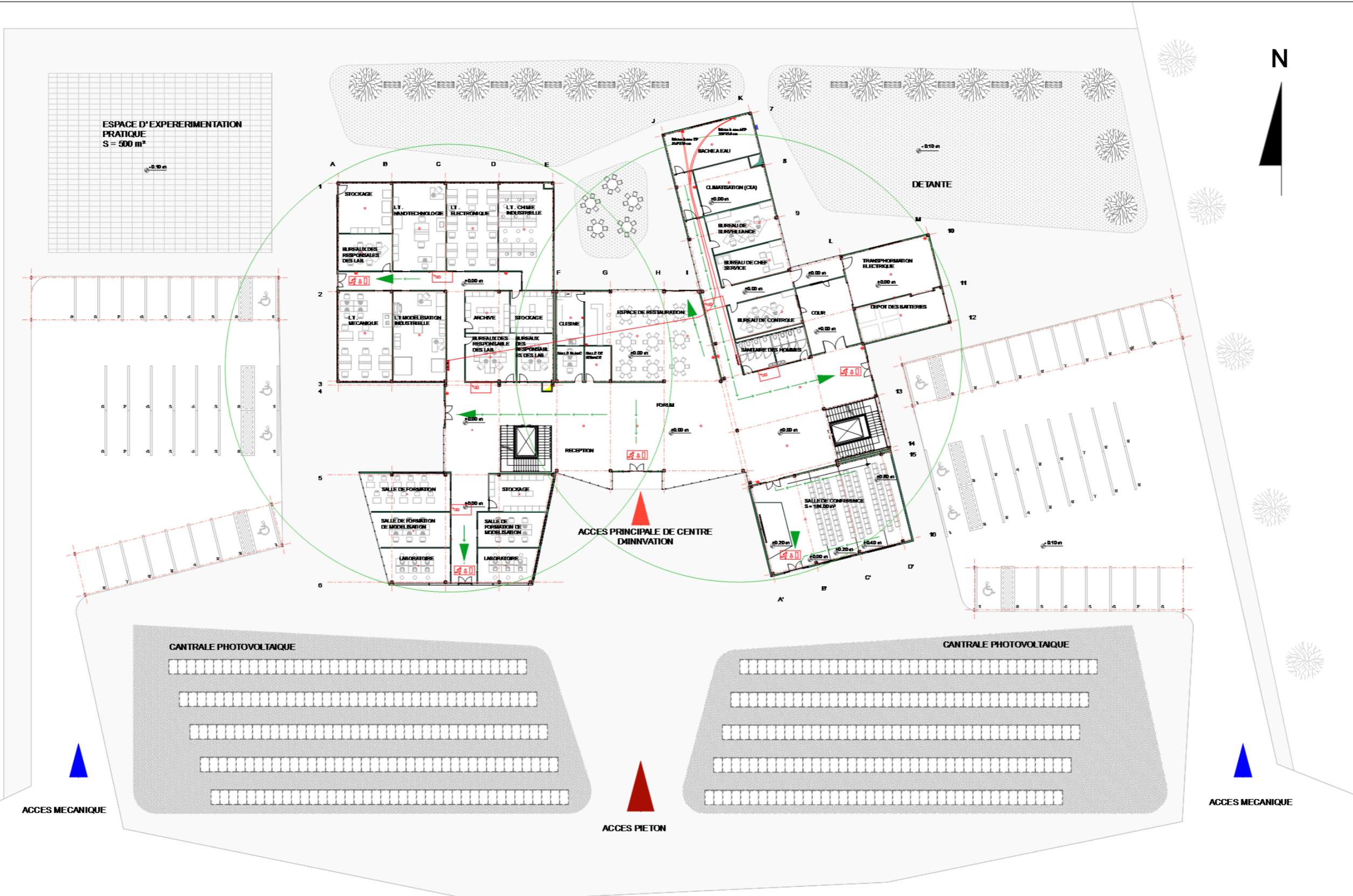


PERSÉE VISUELLE 2



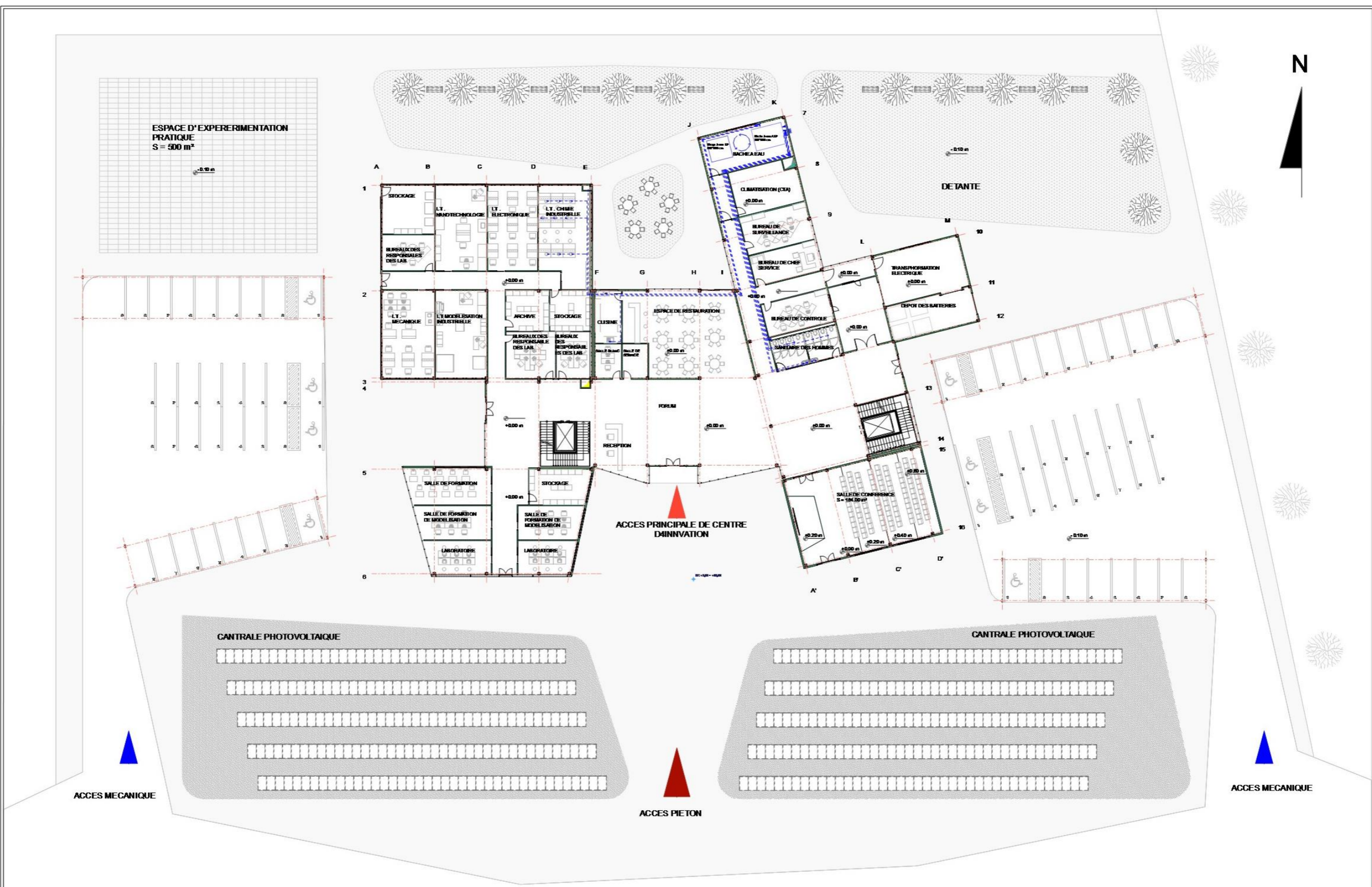
PERSÉE VISUELLE.





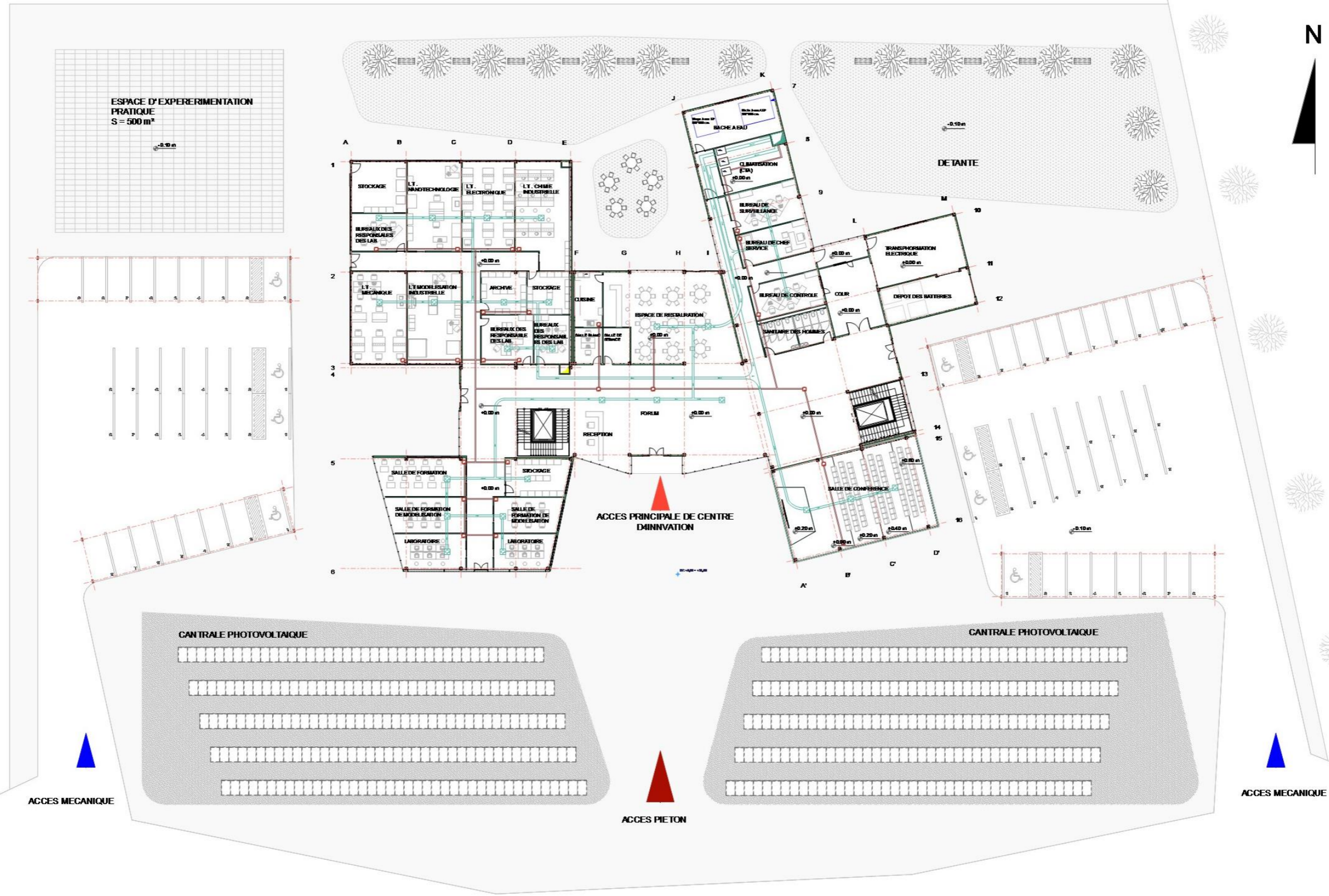
PLAN DE ANTI-INCENDIE ; ECH : 1/400

Legende	PICTOGRAMME (SORTIE)	Points RLA (Réglement (Evacuation Arrêt) sans: - évacuation à l'extérieur - évacuation à l'intérieur - évacuation à l'extérieur - évacuation à l'intérieur	ALARME FEU	FORNIEUR D'EAU	DETECTEUR FLUMÉE
	TABLEAU DE SECURITE		EXTINCTEUR PORTATIF A CO2 : CAPACITE 9 kg	CONDUITE D'EAU FROIDE	ACCES DE SECOURS



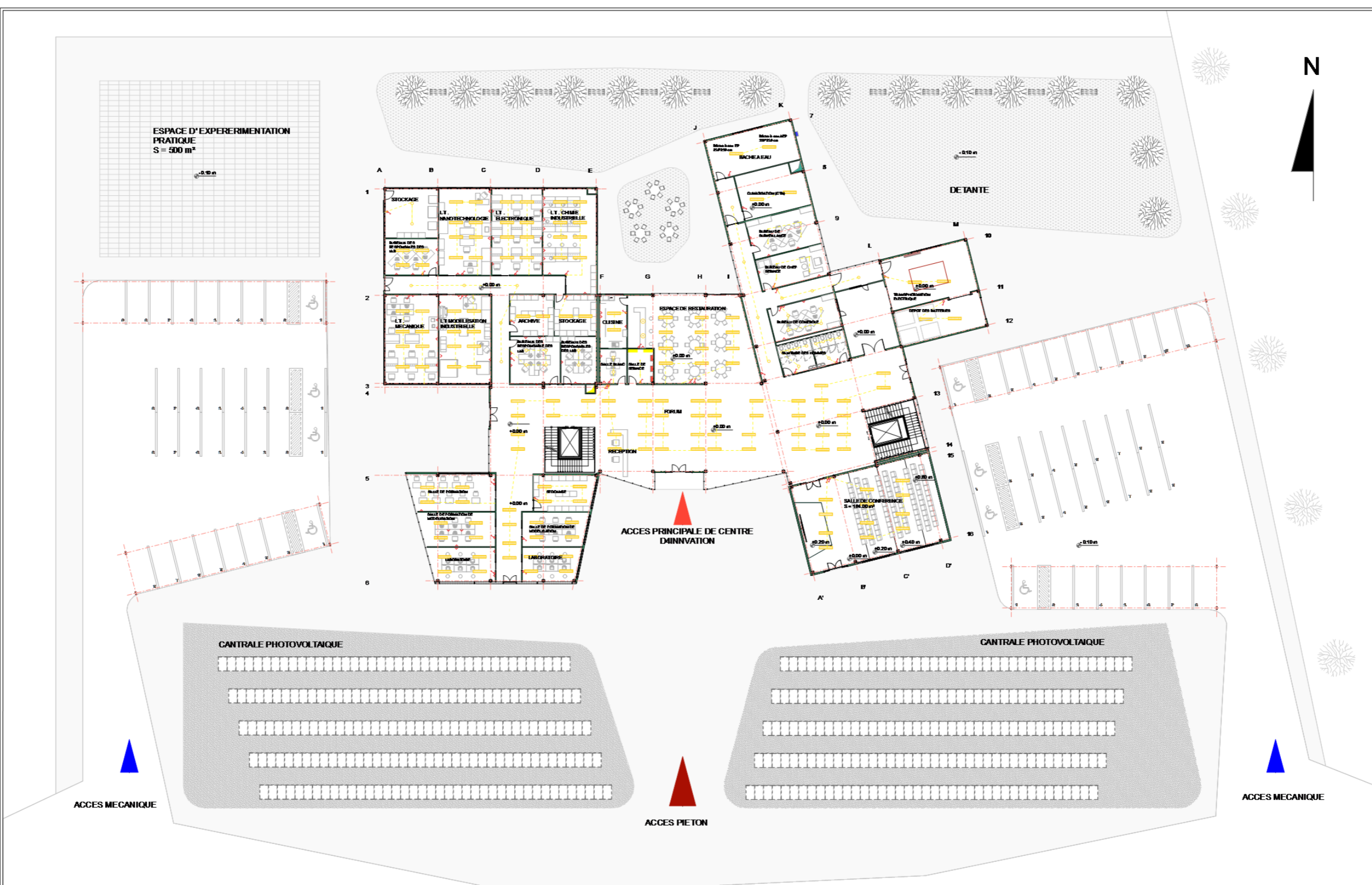
PLAN DE PLOMBRIE ; ECH : 1/400

Legende	
	ROBINET D'ARRIVÉE EAU
	ROBINET DE DÉPLIAGE
	INDICICE DES CONDUITES D'EAU FROIDE (SOUS CARRIAGE)
	COMPTEUR D'EAU AEP
	BACHE A EAU
	FILTRE D'EAU



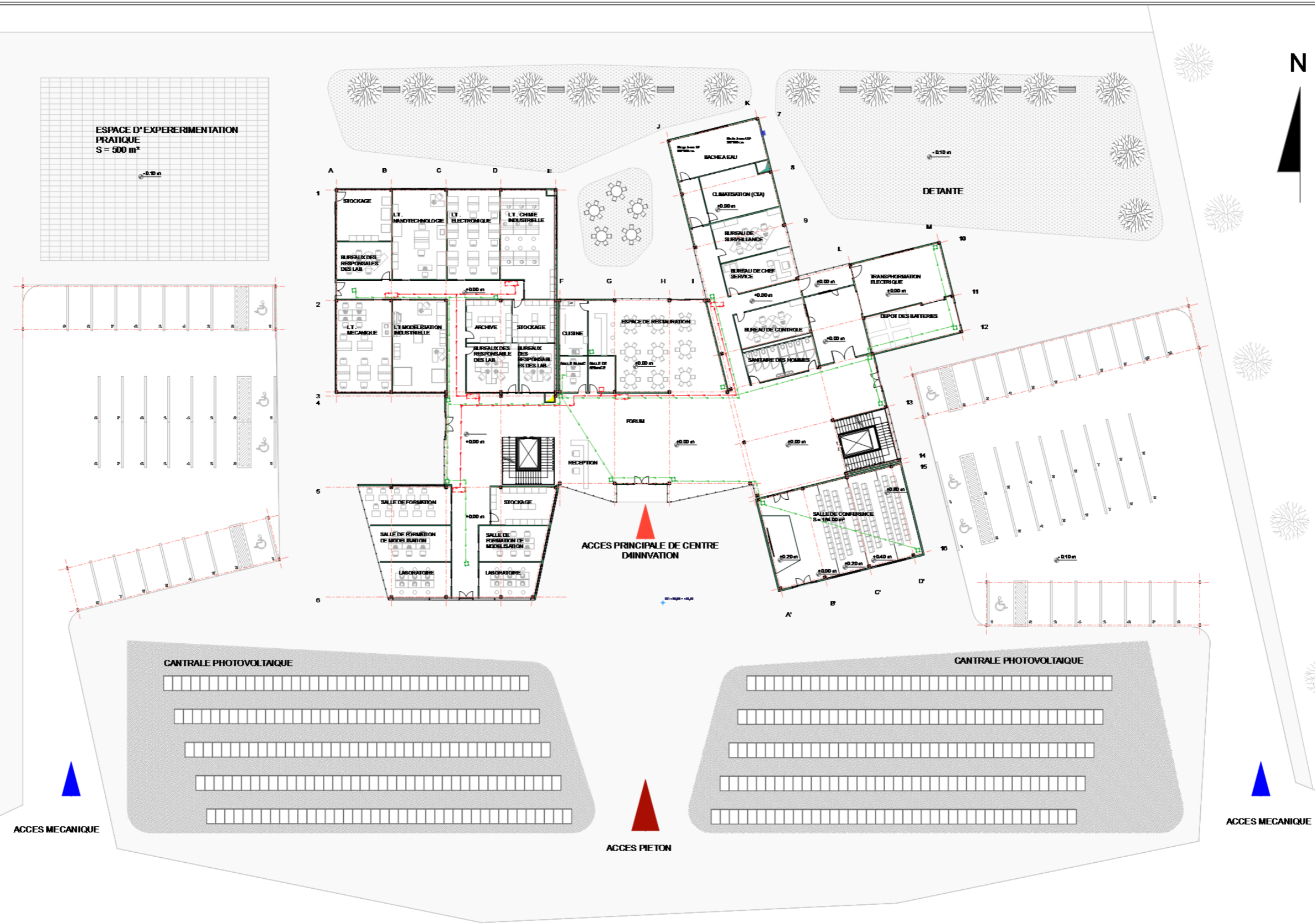
PLAN DE CLIMATISATION ; ECH : 1/400

Legende					
	CASSIERE PLAFOND DE SOUFFLAGE		GAINES DE SOUFFLAGE		LEA LIMITE DE TRANSMISEN D' AIR
	CASSIERE PLAFOND DE REPRSE		GAINES DE REPRSE		GAINES TECHNIQUE VERTICALE POUR PASSAGE LES CONDUITS DE CLIMATISATION ET TRAITEMENT D' AIR



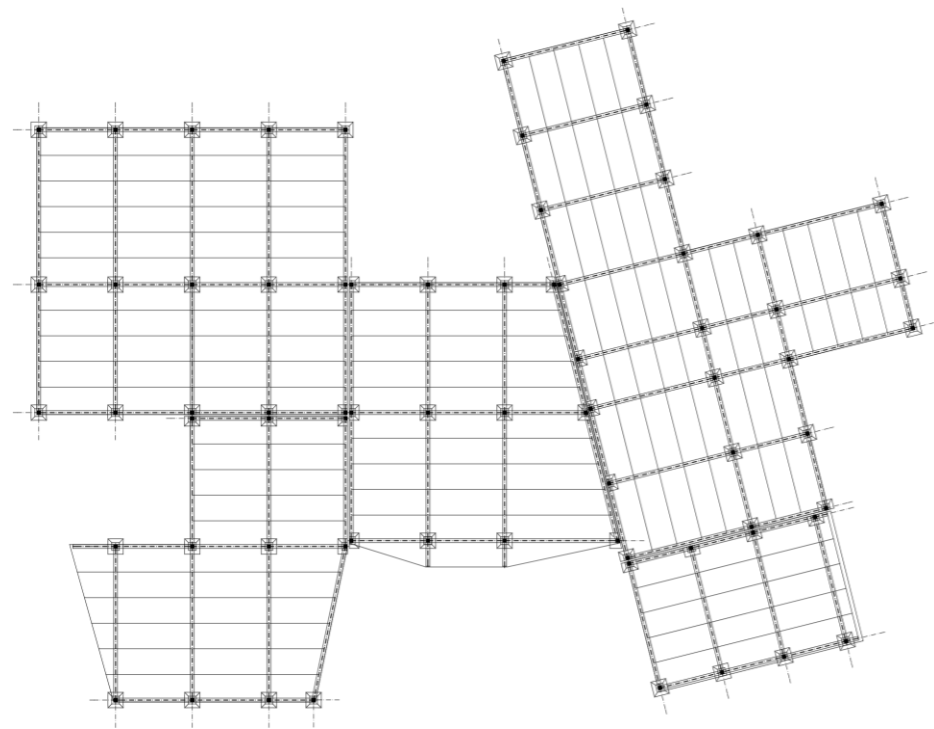
PLAN DE COURANT FORTE ; ECH : 1/400

Legende					
	PRISE DE DEUX FICHES		LAMPE FLUORESCENTE		LAMPE PENDANTE
	INTERRUPTEUR		PLAFONNIER		SPOT ENCASTRE
	GRILLE TECHNIQUE DE PASSAGE DES LIGNE VERTICALE		BOITE DE DERIVATION		COMPTEUR ELECTRIQUE
	ARMURE ELECTRIQUE		TRANSFORMATEUR ELECTRIQUE		ARMEUR ELECTRIQUE

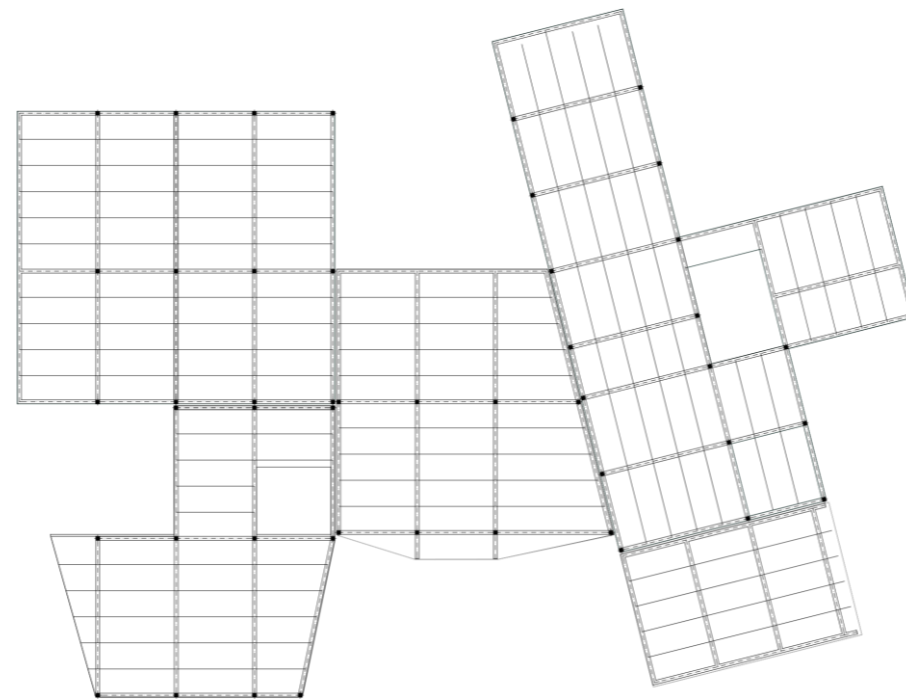


PLAN DE COURANT FAIBLE ; ECH : 1/400

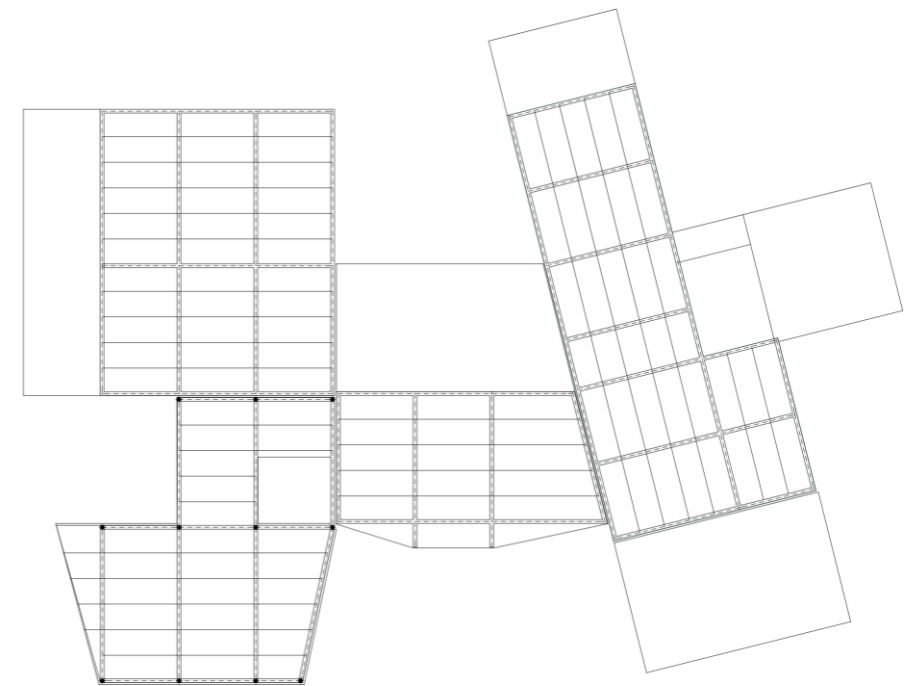
Legende	
	CAMERAS
	WI-FI
	CHAUVEFIFI
	CABLECAMERA
	CABLE WFI



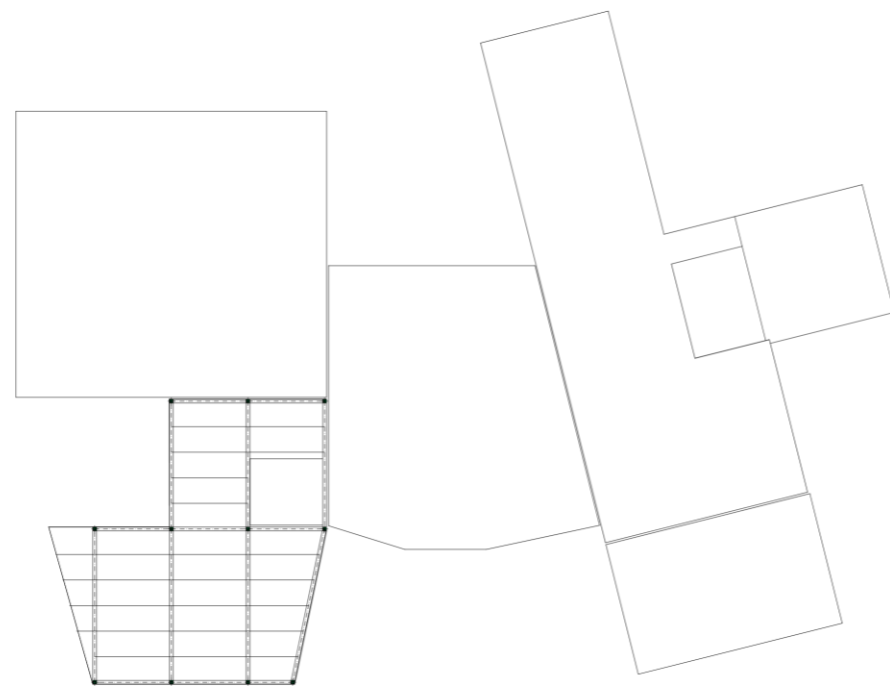
Niveau 0,00 m.



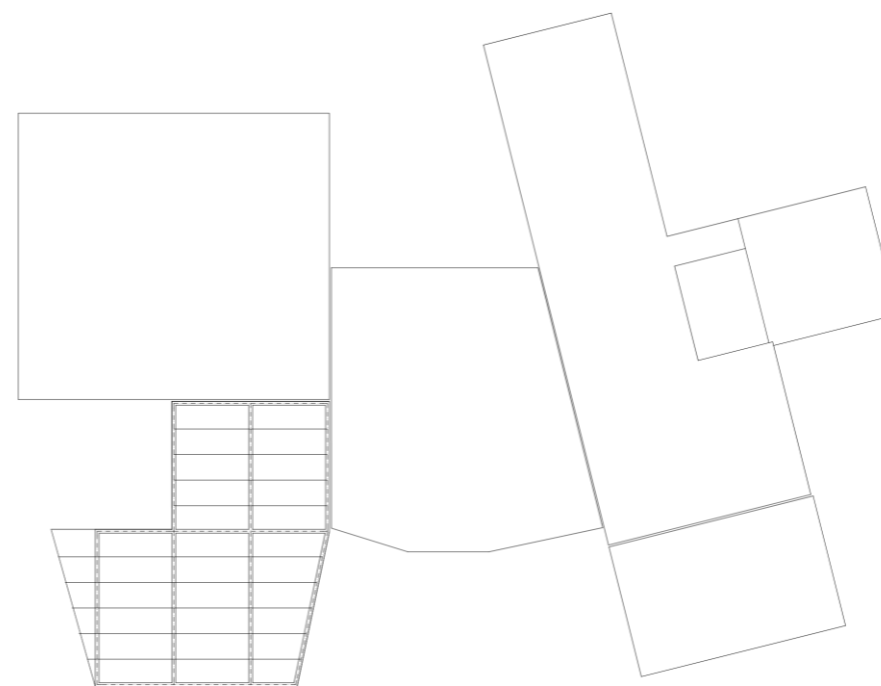
Niveau +6,00 m.



Niveau +12,00 m.

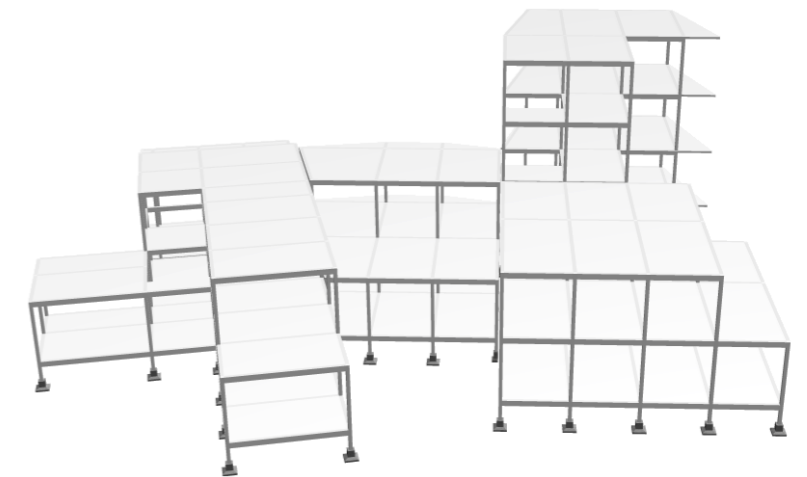
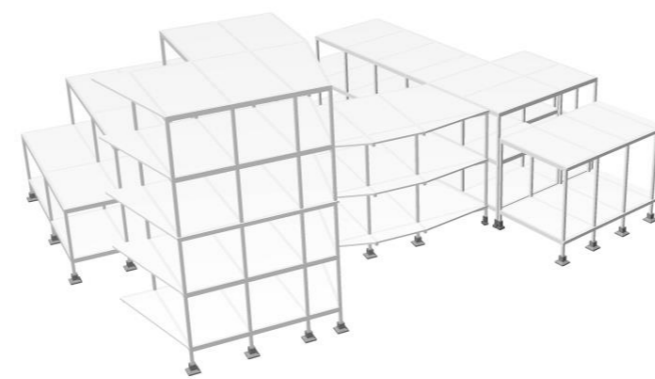
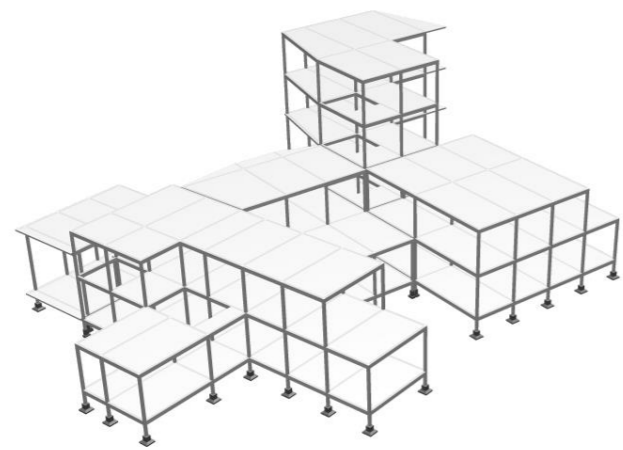
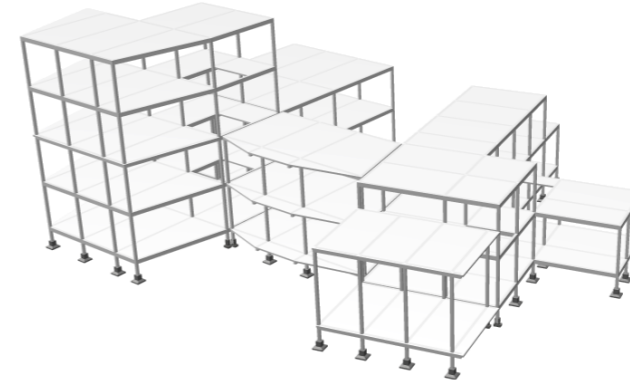
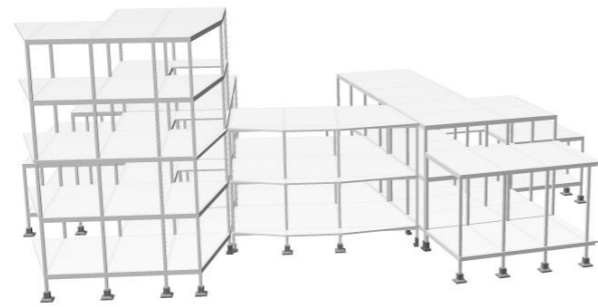


Niveau +18,00 m.



Niveau +24,00 m.

STRUCTURE PORTIQUE DE CENTRE D'INNOVATION.



STRUCTURE PORTIQU DE CENTRE EN 3D.