

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



UNIVERSITE ABOUBAKR BELKAID DE TLEMCEN

FACULTE DE TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

MEMOIRE DE MASTER EN ARCHITECTURE

OPTION : ARCHITECTURE ET NOUVELLES TECHNOLOGIES

UN NOUVEL ESPACE URBAIN :

Un franchissement habité reliant Oudjlida et Boudjlida

SOUTENU LE 24/05/2016 devant le jury composé de :

Président : A. DJEDID
Examineur : E.BENSAFI
Examineur : M.AZZOUZ
Encadreur : Y.FARDEHEB

Professeur
MAA
Architecte
Architecte

Présenté par :Mme SELKA Imene

Sous le matricule :15118-T-11

Mme TALEB Ibtissem

Sous le matricule :15004-T-11

Année académique : 2015-2016

Remerciements

Rendons grâce à Dieu tout puissant de nous avoir insufflé suffisamment de courage nécessaire pour entreprendre ce modeste travail.

Nous tenons à remercier notre encadreur M.Y.FARDEHEB mais aussi M.N.BOUMECHRA et M.I.MEZIANI , qui nous ont apporté leur aide et toute leur expérience .

Nous remercions également les membres du jury M.A.DJEDID comme président , Mme E. BENSAFI et M.M.AZZOUZ comme examinateurs , pour leur attention envers notre travail .

Nous adressons aussi nos remerciements à toutes les personnes ayant contribué ou apporté leur aide de près ou de loin à ce travail .

Nous ne saurons remercier tout le monde , sans dépasser le nombre de pages raisonnablement admis dans ce genre de travail .

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

- Mes chers parents qui n'ont jamais cessé de me soutenir et de m'encourager ,durant toute ma vie personnelle et étudiante .Sans vos aides , vos conseils et vos encouragements ce travail n'aurait jamais vu le jour .
- Mes deux petites sœurs adorées : Imene et Rym.
- Mon fiancé Sidi Mohammed pour son aide et son soutien moral , ainsi que ma belle famille.
- Mes grands-parents et surtout mon grand père ;pour son aide , ses avis et ses conseils prodigués.
- Ma chère binôme Imene SELKA et à toute sa famille .
- Tous mes oncles , tantes , cousins , cousines ,en particulier ma cousine architecte Amina , et mes amis .
- Tous les professeurs qui m'ont enseigné et conduit vers ce jour de soutenance très attendu .

TALEB Ibtissem

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

- Mon cher mari Fodel ; tes sacrifices , ton soutien moral et matériel , ta gentillesse , ton profond attachement m'ont permis de réussir mes études .
- Mes chers parents qui représentent pour moi le symbole de la bonté par excellence , la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'ont pas cessé de m'encourager et de prier pour moi .Puisse Dieu le tout puissant les préserver et leur accorder santé et longue vie .
- Mes enfants adorés Boumedienne et Nazim que Dieu les garde .
- Mes frères Samir , Arslane et Riad en témoignage de l'attachement et de l'affection que je leur porte .Malgré la distance ils sont toujours dans mon cœur .
- Ma belle famille , qui m'a accueilli à bras ouverts et qui m'a toujours encouragée dans mes études .
- Ma chère binôme Mme Ibtissem TALEB et toute sa famille .
- Mes deux cousins architectes Nadjib et Lamia , qui ont toujours été à mes côtés et m'ont apporté leurs conseils lors de mon cursus universitaire .
- Tous mes oncles , tantes , cousins , cousines et amis .
- Un remerciement particulier à tous mes professeurs pour tous leurs efforts .

Mme SELKA ep MAHDJOUR Imene

Résumé

L'idée de ce projet nous est venue suite à une réflexion sur les conséquences de la croissance de la ville de Tlemcen.

L'un des problèmes que connaît cette ville, est le manque d'infrastructures de liaison entre les nouvelles extensions périurbaines Nord.

Afin de solutionner ce problème, nous avons proposé un nouveau type d'ouvrage d'art, qui combine la circulation mécanique et un ensemble d'activités diverses. Ce modèle est inspiré des vieux ponts du moyen âge.

C'est un pont habité conçu à partir d'un prédimensionnement de l'ensemble des éléments structurels, tout en respectant l'aspect architectural, intégrant de nouvelles technologies respectueuses de l'environnement, par le choix d'énergies renouvelables au lieu et place des énergies fossiles, avec le souci d'une économie d'énergie et d'une efficacité énergétique.

Mots clés : rupture urbaine, pont habité, liaison urbaine, entités urbaines, franchissement, haubans, nouvelles technologies, énergies.

ملخص

جاءت فكرة المشروع لنا بعد التفكير في العواقب المترتبة على النمو لمدينة تلمسان .
واحدة من هذه المشاكل أن المدينة تعرف ، عدم وجود طرق رابطة بين التوسعات الجديدة الشبه مدنية الشمالية .
لمعالجة هذه الظاهرة اقترحنا نوع جديد من العمل الفني ، الذي يجمع بين الحركة الميكانيكية ومجموعة مختلف الأنشطة . هذا مستوحاة من الجسور القديمة في العصور الوسطى .
وقد تم تصميم هذا الجسر بعد حساب و تصميم أولي لجميع العناصر الهيكلية ، مع احترام الجانب المعماري ، تتضمن تقنيات جديدة تحترم البيئة عن طريق اختيار الطاقة المتجددة بدلا من المحروقات ، الانتباه الى اقتصاد الطاقة و تحقيق فعالية الطاقة .
المفاتيح: انقطاع في المناطق الحضرية ، الجسر معمر ، رابط المناطق الحضرية ، المناطق الحضرية ، معبر ، الجسور المعلقة ، التكنولوجيات الجديدة ، الطاقات .

Sommaire

| | |
|--|----|
| Remerciements | 2 |
| Dédicaces | 3 |
| Dédicaces | 4 |
| Résumé | 5 |
| Mots clés : | 5 |
| ملخص | 6 |
| Table des illustrations | 11 |
| Introduction générale : | 14 |
| 1-Objet de recherche : | 14 |
| 2-Motivations du choix du thème : | 14 |
| 3-Problématique générale : | 15 |
| 4-Hypothèse : | 15 |
| 5-Objectifs : | 15 |
| 1.Chapitre I : Gènes et définitions sémantiques du pont habité | 16 |
| I-Introduction : | 17 |
| II-Définitions : | 17 |
| III-Historique des ponts et viaducs : | 18 |
| 1-Les ponts antiques : | 18 |
| Exemple :Les ponts romains : | 18 |
| 2-Les ponts médiévaux: | 18 |
| 3-Du 17 et 18ème siècles | 19 |
| 4-Du 19 et 20ème siècles | 19 |
| IV- Types de ponts : | 19 |
| 1.Pont à poutres : | 19 |
| 2.Pont en arc : | 20 |
| 3.Pont suspendu : | 21 |
| 4.Pont à haubans : | 22 |
| 5.Pont levis : | 23 |
| 6.Pont tournant : | 24 |
| V-Historique des Ponts habités : | 25 |
| V-Les séquences architecturales sur le pont habité : | 25 |
| VI- Les concepts : | 26 |
| 1. Définition | 26 |

| | |
|---|----|
| 2.Types de concepts | 26 |
| 2.Chapitre II :Les nouvelles technologies en architecture | 28 |
| 2.1 :Introduction : | 29 |
| 2.2 :Définition de la nouvelle technologie : | 29 |
| 2.3 :Les nouvelles technologies en architecture : | 29 |
| 2.3.1 :Les technologies liées aux nouveaux matériaux de construction : | 29 |
| 2.3.2 :Les technologies en matière de structure : | 32 |
| 2.3.3 :Les technologies liées au confort: | 34 |
| A:Le confort thermique: | 34 |
| B:Le confort acoustique: | 36 |
| C :Le confort visuel: | 37 |
| D :La ventilation et le confort olfactif: | 38 |
| 2.3.4 :Les technologies liées aux énergies renouvelables: | 40 |
| A.Les différents types d'énergies renouvelables : | 40 |
| B.Conclusion : | 41 |
| 3.Chapitre III : Approche thématique | 42 |
| 3.1.Introduction : | 43 |
| 3.2.Analyse des exemples : | 43 |
| Exemple 1 :Le pont multimédia à Séoul : | 43 |
| Exemple 2 : Le pavillon pont expo'08 de Saragosse ,Espagne : | 45 |
| Exemple 3 : Le pont habité 24/7 à Séville ,Espagne : | 49 |
| Exemple 4 : Le vieux pont « Ponte Vecchio » à Florence , Italie : | 55 |
| Exemple 5 : 42 ND street inhabited bridge, Manhattan ,New York , Etats Unis : | 57 |
| Exemple 6 :L'immeuble Pont BURDEAU à Alger: | 60 |
| 3.3 :Tableau récapitulatif de l'analyse des exemples : | 62 |
| 3.4.Analyse urbaine: | 63 |
| 3.4.1 :Choix de la ville : | 63 |
| 3.4.2:présentation de la ville de Tlemcen : | 63 |
| 3.4.3 :Infrastructure de base : | 64 |
| 3.4.3.1 : Réseau routier : | 64 |
| 3.4.3.2: les motifs ayant engendré la révision du PDAU : | 64 |
| 3.4.4 :Les nouvelles orientations du PDAU : | 65 |
| 3.4.4.1 :Le parti d'aménagement et d'urbanisation au niveau du groupement de Tlemcen: | 65 |

| | |
|--|----|
| 3.4.4.2 :Les principes de base et les stratégies d’accompagnement pour l’aménagement du groupement : | 65 |
| 3.5.Analyse du site: | 65 |
| 3.5.1:Situation : | 65 |
| 3.5.2:Accessibilité aux entités d’étude . | 66 |
| 3.5.3:Accessibilité au site : | 66 |
| 3.5.4:Topographie : | 67 |
| 3.5.5 :Environnement immédiat : | 67 |
| 3.5.6 :Flux et circulation : | 69 |
| 3.5.7 :Analyse climatique : | 70 |
| 3.5.8 :Architecture environnante (gabarits , styles , systèmes constructifs) : | 71 |
| 4.5.9 :Synthèse : | 71 |
| 4.Chapitre IV : Approche programmatique | 72 |
| 4.1 :Introduction : | 73 |
| 4.2 :Programme qualitatif : | 73 |
| 4.3 :Organigramme fonctionnel : | 80 |
| 4.4 :Programme surfacique : | 80 |
| • Tableau récapitulatif des surfaces : | 86 |
| 4.5 :Organigramme spatial : | 87 |
| 4.6 :Synthèse : | 88 |
| 5.Chapitre V :Approche architecturale | 89 |
| 5.1.Introduction : | 90 |
| 5.2.Genèse du projet : | 90 |
| 5.2.1 :Zonning : | 90 |
| 5.2.2 :L’idée génératrice du projet: | 91 |
| 5.2.3 :Evolution du volume: | 91 |
| 5.2.4 :Description fonctionnelle du projet : | 94 |
| 5.3 :Façade et style architectural : | 95 |
| 5.4 :Synthèse : | 95 |
| 6.Chapitre VI :Approche technique | 96 |
| 6.1.Introduction : | 97 |
| 6.2.Dimensionnement de la structure : | 97 |
| 6.3:Etapes de construction d’un pont à haubans : | 99 |
| a) Les matériaux : | 99 |

| | |
|--|-----|
| b)Les fondations : | 99 |
| c) L'élévation des piles | 101 |
| d) Le lançage du tablier | 101 |
| e) Le clavage | 101 |
| f) L'installation des pylônes | 101 |
| g) Le haubanage : | 101 |
| h) La pose de l'enrobé | 101 |
| 6.4.Les nouvelles technologies utilisées : | 102 |
| 6.4.1 :la verrière coulissante : | 102 |
| 6.4.2 :Plaque de plâtre anti choc et anti pollution : | 103 |
| 6.4.3 :CVC : | 103 |
| 6.4.4:Les ascenceurs et monte-charges : | 103 |
| 6.4.5 :le béton fibré : | 105 |
| 6.4.6:Le lac artificiel ou étang : | 106 |
| 6.4.7 :Les terrassements : | 108 |
| 6.4.8 : Les Joints : | 111 |
| 6.4.9 :Les murs rideaux : | 111 |
| 6.4.10 :Le revêtement du sol : | 111 |
| 6.4.11 : Pour les besoins en energie des installations : | 111 |
| 6.5.Synthèse : | 116 |
| Conclusion générale : | 117 |
| Bibliographie | 118 |

Table des illustrations

Figures :

| | |
|---|----|
| Figure 1 : Pont du Guard ,Languedoc-Roussillon, France | 18 |
| Figure 2: Pont neuf ,Paris, France | 18 |
| Figure 3 : Pont de la Concorde ,Paris, France | 19 |
| Figure 4: Pont de Normandie ,France..... | 19 |
| Figure 5 : Pont à poutre de rio Niteroi ,Rio De Janeiro , Brésil | 20 |
| Figure 6 : Pont en arc de Chaotianmen | 21 |
| Figure 7: Pont en arc du Guard ,Languedoc-Roussillon | 21 |
| Figure 8: Pont suspendu sur le Bosphore,Istanbul , Turquie | 22 |
| Figure 9: Pont à haubans de Normandie ,France..... | 23 |
| Figure 10 : Pont basculant | 23 |
| Figure 11 :Pont levant | 23 |
| Figure 12: Pont basculant le Tower bridge ,Londres ,Angleterre ,Royaume-Uni..... | 24 |
| Figure 13: Pont levant de recouvrance à Brest , Bretagne , France..... | 24 |
| Figure 14: Pont tournant du viaduc de Caronte , Bouches-du-Rhône, Provence-Alpes-Côte d'Azur, France | 25 |
| Figure 15: Différentes sources d'un pont habité | 26 |
| Figure 16: Pyramide du Louvre , Paris ,France | 32 |
| Figure 17: Stade du roi Fahd , Riyadh, Arabie Saoudite..... | 32 |
| Figure 18 :Stade de Berlin , Allemagne. | 32 |
| Figure 19: Coque cylindrique du hangar à Dirigeables ,Orly ,France | 32 |
| Figure 20 :Coque sphérique du planétarium de Berlin ,Allemagne. | 33 |
| Figure 21: Coque sphérique de l'éroport internationale de Dubai ,E.A.U. | 33 |
| Figure 22: Coques à formes complexes de l'opéra de Sydney , Australie | 33 |
| Figure 23: Coque à forme libre de l'aérogare TWA à New York | 33 |
| Figure 24 :Usine Center , Nantes , France..... | 33 |
| Figure 25 :Aéroport de Toulouse , France | 34 |
| Figure 26 :Batiment à structure mixte :charpente en bois et béton | 34 |
| Figure 27 :Déperditions de chaleur | 35 |
| Figure 28 :Mode d'utilisation de la lumière naturelle. | 38 |
| Figure 29 :Ventilation naturelle. | 38 |
| Figure 30 :Ventilation naturelle assistée. | 39 |
| Figure 31 : Ventilation mécanique simple flux. | 39 |
| Figure 32 :Ventilation mécanique double flux. | 39 |
| Figure 33 :Composants d'un système photovoltaïque intégré au bâtiment | 40 |
| Figure 34: Composants d'une éolienne | 41 |
| Figure 35: Vue générale du Paik Nam June Media bridge , Séoul ,Corée du Sud | 43 |
| Figure 36: Situation du Paik Nam June Media bridge, Séoul ,Corée du Sud | 43 |
| Figure 37: Accès de la rivière au pont multimédia de Séoul..... | 44 |
| Figure 38: Forme globale du pont multimédia de Séoul. | 45 |
| Figure 39 :Situation du pavillon pont de Saragosse , Espagne | 45 |
| Figure 40: Vue générale du pavillon pont de Saragosse. | 45 |
| Figure 41: Volumétrie du pavillon pont de Saragosse | 47 |
| Figure 42: Phases du montage et du déplacement de l'ossature du pavillon pont de Saragosse..... | 49 |
| Figure 43: Vue d'ensemble du pont 24/7 de Séville | 49 |
| Figure 44: le jeu des plate-formes au pont 24/7 de Séville. | 50 |

| | |
|---|------|
| Figure 45: Situation du vieux pont « Ponte Vecchio » de Florence , Italie . | 55 |
| Figure 46: Le Ponte Vecchio de Florence , Italie | 55 |
| Figure 47: Vue à partir de la ruelle du ponte vecchio . | 57 |
| Figure 48: Vue générale du pont de 42nd Street à Manhattan . | 57 |
| Figure 49: Situation du 42nd Street Manhattan. | 57 |
| Figure 50: Vue sur l'accès piéton du pont 42nd Street. | 58 |
| Figure 51 : Programme. | 59 |
| Figure 52: Génèse du projet de 42nd street Manhattan. | 60 |
| Figure 53 : Situation de l'immeuble pont BURDEAU , Telemly , Alger | 60 |
| Figure 54 : Perspective de l'immeuble pont de BURDEAU à Alger | 60 |
| Figure 55 : Rue Burdeau Tlemely , Alger | 61 |
| Figure 56: Accès au bâtiment depuis la tour . | 61 |
| Figure 57 : Vue sur l'autoroute Est-Ouest | 68 |
| Figure 58, Figure 59 : Habitat collectif à Oudjlida . | 68 |
| Figure 60 : Terrain combiné Oudjlida | 68 |
| Figure 61 : 200 locaux de Boudjlida . | 68 |
| Figure 62 : Habitat collectif Boudjlida . | 68 |
| Figure 63: Bibliothèque publique. | 74 |
| Figure 64: Atelier de cuisine | 74 |
| Figure 65 : Salle de projection . | 74 |
| Figure 66 : Ludothèque de Miramas | 75 |
| Figure 67: Garderie "La Maison des Lutins" à Martignas , Bordeaux | 76 |
| Figure 68: Hall d'exposition | 76 |
| Figure 69 : Salle d'arts martiaux | 77 |
| Figure 70 : Salle de tennis de table | 78 |
| Figure 71: Salle de musculation à Perpignan . | 78 |
| Figure 72: Salle de jeux à Disney Land Paris | 78 |
| Figure 73: Salle de jeux gonflables . | 79 |
| Figure 74: Sauna | 79 |
| Figure 75: Hammam | 79 |
| Figure 76: Bowling | 80 |
| Figure 77 : Dimensions des appareils de sport | 81 |
| Figure 78 : Dimensions d'une personne lors de la prière | 83 |
| Figure 79 : Schéma de fonctionnement d'une bibliothèque moyenne . | 85 |
| Figure 80 : Organigramme spatial du 1 ^{er} niveau | 87 |
| Figure 81 : Organigramme spatial du 2 ^{ème} niveau. | 88 |
| Figure 82 : Système de fixation des poteaux sur le tablier. | 99 |
| Figure 83 : Outil de forage via une tarière | 100 |
| Figure 84: Principe du procédé des pieux forés | 101 |
| Figure 85 : Exemple de verrière coulissante . | 1022 |
| Figure 86 : Système ventail de ventilation | 1022 |
| Figure 87 : Plaque de plâtre anti choc et anti pollution | 1033 |
| Figure 88 : Exemple d'ascenseur à piston en traction suspendu . | 1044 |
| Figure 89 : Béton fibré haute performance. | 105 |

Tableaux :

| | |
|--|----|
| Tableau 1 : Matériaux de construction | 31 |
| Tableau 2 : Différentes structures | 34 |
| Tableau 3 : Systèmes de ventilation | 39 |
| Tableau 4 : Récapitulatif des exemples thématiques..... | 63 |
| Tableau 5 : Spécificités de la ville de Tlemcen..... | 64 |
| Tableau 6 :Tableau récapitulatif des surfaces..... | 87 |
| Tableau 7 : Prédimensionnement des éléments de structure | 98 |

Cartes :

| | |
|---|----|
| Carte 1:Situation des entités d'étude par rapport à la ville de Tlemcen | 66 |
| Carte 2: Différents accès aux entités d'étude..... | 66 |
| Carte 3:Accessibilité au site | 67 |
| Carte 4 :Coupe topographique du terrain | 67 |
| Carte 5:Environnement immédiat | 68 |
| Carte 6 :Analyse des flux | 70 |
| Carte 7 :Analyse climatique du site | 70 |
| Carte 8:Equipements environnants | 71 |

Plans :

| | |
|--|----|
| Plan 1: Différentes coupes transversales du pavillon pont de Saragosse | 47 |
| Plan 2: Système des panneaux rotatifs du pavillon pont de Saragosse | 47 |
| Plan 3: Situation du pont 24/7 à Séville | 49 |
| Plan 4: Coupes démontrant l'imbrication des différentes fonctions du pont 24/7 de Séville .. | 52 |
| Plan 5: Différentes phases de l'implantation du projet | 53 |
| Plan 6: RDC du pont 24/7 de Séville | 53 |
| Plan 7: 1 ^{er} étage du pont 24/7 de Séville | 54 |
| Plan 8: 2 ^{ème} étage du pont 24/7 de Séville | 54 |
| Plan 9: 3 ^{ème} étage du pont 24/7 de Séville | 55 |

Introduction générale :

Depuis la nuit des temps, l'homme cherche à se déplacer aisément partout dans le monde et à faciliter ces déplacements. Avec l'ère industrielle, les techniques nouvelles ont entraîné les déplacements des activités à l'extérieur des murs d'enceintes et l'éclatement de l'ancienne ville et la rupture de la cohésion sociale.

C'est pour cela que l'homme moderne essaye toujours de se recorriger et de la maintenir .

1-Objet de recherche :

La ville , un milieu urbain bâti suit un processus de changement permanent : échange économique , social , extension géographique ,un lieu d'échange d'informations de toutes nature .

Comme le cite Charles BAUDELAIRE dans son poème le Cygne :

« la forme d'une ville change plus vite , hélas ! que le cœur d'un mortel ». De nos temps , les architectes et urbanistes exposent le phénomène du manque de la cohésion sociale au sein de nos villes due aux extensions éclatées créant ainsi des ensembles d'archipels séparés par de vastes zones négligées .L'espace public générateur d'échanges et de rencontres est sensé apporter une réponse à cette situation .Mais les types d'espaces publics actuels ne répondent pas forcément aux besoins des usagers.

Le pont habité est un espace public très particulier capable d'apporter des solutions grâce à sa fonction de franchissement , capable d'établir un lien étroit entre deux entités séparées . Et d'ailleurs , « il l'a si bien démontré des siècles auparavant en stimulant la vie urbaine de nombreuses villes » .

Dans le cadre du projet de fin d'études , nous tenterons de reprendre cet ancien concept en intégrant de nouveaux systèmes technologiques et architecturaux du 21ème siècle afin d'apporter une réponse à cette problématique urbaine.

2-motivations du choix du thème :

L'idée ambitieuse du pont habité nous est venue pendant notre 3ème année lors d'une conférence qui a eu lieu au département d'architecture. Le sujet de cette conférence était le projet de Phillippe Rizzotti et Off Architecture qui ont remporté le concours d'architecte du pont de Reggio en Calabre . « Sa proposition est un village vertical, renouant ainsi avec la tradition multiséculaire des ponts habités, avec un impact environnemental proche de zéro » .

Pour nous , explorer ce sujet nous a amené à réfléchir sur les questions de mobilité urbaine, de confort , d'attractivité et de multifonctionnalité ,le choix du site,l'environnement urbain dans lequel le projet s'insère à l'échelle de la ville de Tlemcen.

3-Problématique générale :

En ce début du 21eme siècle les ruptures tant physiques(cours d'eau , depression , ...) que sociales perturbent la vie quotidienne de l'homme qui cherche une relation lui permettant d'atteindre deux entités urbaines distinctes aisément.

Cependant la question qui se pose est : Est ce que la rupture physique permet la relation entre deux entités urbaines a la fois transitoire , fonctionnelle , et attractive?

4-Hypothèse :

Partant de la problématique posée , l'hypothèse avancée dans notre travail est la suivante :

Une rupture urbaine et physique entre deux entités , nécessite un raccordement physique capable à la fois de les relier et de créer une dynamique entre elles , donc comme solution c'est le pont habité.

5-Objectifs :

- Un raccordement urbain pour un meilleur développement de la ville .
- Donner une nouvelle vision aux ouvrages d'art autre que leur fonction principale .
- Renforcer les liens entre deux entités séparées fonctionnellement tout en les rendant complémentaires l'une à l'autre

L'organisation de notre projet qui est un ouvrage d'art se veut différente des schémas conventionnels des ouvrages d'art de cette ville .Des équipements publics d'activité et d'attractivité s'intégreront à la structure pour aboutir au projet architectural et offrir de nouveaux scénarios à ces ouvrages d'art.

1.Chapitre I : Gènes et définitions sémantiques du pont habité

I-Introduction :

« Dans nos villes, le problème du franchissement des obstacles majeurs a été résolu par de sinistres passerelles piétonnes ou de sordides passages souterrains ; leur désespérant caractère oppressif est le signe d'un véritable échec du point de vue urbanistique ainsi que d'une dérive vers un matérialisme crasse et primaire. À ce niveau, le pont habité peut restaurer d'anciennes valeurs symboliques et métaphoriques, telles que l'entrée d'une cité ou d'un quartier, comme des lieux privilégiés de théâtralité et de convivialité urbaine, comme le rituel d'un paysage initiatique ¹. »

II-Définitions :

Un pont : n.m : Ouvrage par lequel une voie de circulation, un aqueduc, une conduite franchit un cours d'eau, un bras de mer, une dépression ou une voie de circulation ² .

Habité, adj. du verbe habiter : *Avoir sa demeure* ³ .

Pont habité : « Par pont habité, nous entendons tout pont doté d'une fonction supplémentaire à celle du franchissement »⁴.

« Le pont habité est celui qui — en plus de sa vocation publique de franchissement d'un obstacle naturel ou artificiel— sert d'élément de liaison organique entre deux quartiers ou pôles urbains en les reliant par un développement linéaire continu de bâtiments construits sur le tablier du pont pour y accueillir en permanence diverses activités sociales et urbaines. Tout pont habité a donc une double composante et comporte une infrastructure (la plate-forme qui enjambe l'obstacle) et une superstructure architecturale » ⁵

Pour comprendre les ponts habités , qui sont avant tout des ponts ;il faudra tout d'abord comprendre la naissance des ponts et les différents types de ponts existants .

1 « Habiter les ponts », François Lamarre et Marc Mimram, édition Lafarge, Paris, 2008, p. 2 IN Pont habité , Enoncé théorique de Diplôme, Olivier Dalang & Adrien Deillon, Prof. Enoncé :Elena Cogato-Lanza

2 www.larousse.fr/dictionnaires/francais/pont/62556 (dernier accès le 20/11/2015)

3 « le pont habité comme solution pour l'aménagement urbain des villes de demain , Arthur GENTIAL , septembre 2002,page 18,

4 Pont habité , Enoncé théorique de Diplôme, Olivier Dalang & Adrien Deillon, Prof. Enoncé :Elena Cogato-Lanza

Directeur pédagogique :Prof. Yves Weinand, Maître EPFL :Hani Buri, Janvier 2010 – EPFL – ENAC – Section d'Architecture – Master, page 7.

III-Historique des Ponts et viaducs :

« Ils sont nés de la nécessité de franchir, du besoin de relier, de l'envie de surpasser. Parmi tous les ouvrages que l'homme a bâti de sa main, les ponts ont marqué les esprits⁵ ».

Un arbre couché, un gué constitué de pierres émergentes, tels furent sûrement les premiers ponts utilisés par l'homme. Une invention qui comme bien d'autres se perd dans la nuit des temps. Chasseur, cueilleur, l'homme suit d'abord les cheminements les plus faciles, puis au fil du temps, il améliore ces passages afin de circuler plus sûrement, plus confortablement, plus vite⁶.

1-Les ponts antiques :

Exemple :Les ponts romains :



Figure 1 le pont du Gard ,Languedoc-Roussillon, France . Source : <http://img.over-blog.com/300x198/4/08/10/33/pont-du-gard-12.jpg>.(dernier accès le 04/12/2015) .

2-Les ponts médiévaux:



Figure 2:le pont neuf ,Paris,France . Source : http://files1.structurae.de/files/photos/2776/paris/f_par_p_neuf_1.jpg.(dernier accès le 04/12/2015) .

⁵ Le Passage - Édition et réalisation artistique : Everest (Luxembourg) – 1999 IN « le pont habité comme solution pour l'aménagement urbain des villes de demain » , Arthur GENTIAL , septembre 2002,page 10.

⁶ <http://www.stigencivil.ac-aix-marseille.fr/structure/1ressources/1docpeda/06techno/01ponts.pdf> (dernier accès le 04/12/2015)

3-Du 17 et 18ème siècles : (les 1ers ponts en fonte) :



Figure 3 :le pont de la Concorde ,Paris, France . Source : http://paris1900.lartnouveau.com/ponts/pont_concorde/actuel/1pconca6.JPG.(dernier accès le 04/12/2015) .

4-Au 19 et 20ème siècles :



Figure 4: Pont de Normandie ,France ,(Portée principale : 856 m , longueur totale : 2141m) . Source : <http://www.saint-luc-mons.be/stluc/documents/images/normandie.jpg> .(dernier accès le 21/11/2015)

IV- Types de ponts :

Un ouvrage d'art de franchissement fixe , est soumis généralement aux trois modes fondamentaux de fonctionnement mécanique des structures : flexion, compression et traction.

La solution de ces trois dernières a donné naissance à six types de ponts fixes :

1.pont à poutres ⁷ :

Le tablier du pont est porté par une ou plusieurs poutres en bois, en acier, en béton armé. Les poutres provoquent sur leurs supports des forces de réactions verticales.

Points forts : Cette structure paraît très légère, aérienne , très solide.

Points faibles : - Sensibilité aux différences de température .

⁷ Pdf Document ressource les ponts , académie Versailles , Matthieu Le Guen , Jean-Paul Pruvost , Pascal Pujades , Michel Loisy , 2007- 2008 , page 4 (dernier accès le 20/11/2015)

- La distance d'une pile à l'autre : La travée est fonction de la solidité de la poutre. Le pont est lourd. Une poutre très solide risque d'être trop lourde pour la « travée » et de fléchir. Il est possible d'alléger la poutre en ayant recours à une ferme .

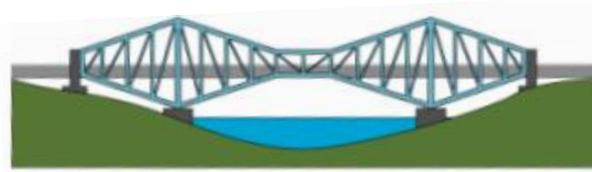


Figure 5 :Pont à poutre de rio Niteroi ,Rio De Janeiro , Brésil (portée principale :300m). Source : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6b/Rio-niteroi,_riodejaneiro.jpg .(dernier accès le 20/11/2015)

2.pont en arc ⁸ :

Le tablier du pont est porté par une ou plusieurs arches en bois, en pierre, en acier ou en béton armé. La structure exerce sur ses appuis des forces qui ont tendance à les écarter.

Points forts : Les ponts en arc peuvent être très longs puisque plusieurs arcs peuvent se suivre en une ligne continue.

- Points faibles : - L'obligation de réalisation de coffrage importante pour la construction en pierre.
- L'obligation d'avoir des appuis à droite et à gauche solides pour s'opposer aux forces qu'exerce le pont.

⁸ IBID , page 5 (dernier accès le 20/11/2015)



Figure 6 : Pont en arc de Chaotianmen
Chongqing, Chine (Portée principale : 552 m) .
Source : http://files1.structurae.de/files/photos/1/chaotianmen_yangtze_river_bridge.jpg .
(dernier accès le 20/11/2015)



Figure 7: Pont en arc du Gard ,Languedoc-Roussillon
France (Portée principale : 24.40 m) . Source :
<http://files1.structurae.de/files/photos/1/20110810/DSC04676.jpg>.(dernier accès le 20/11/2015)

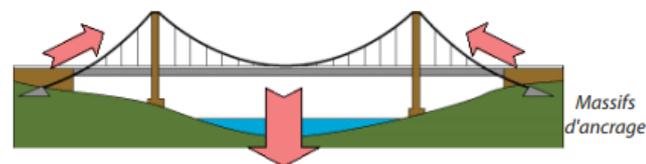
3.pont suspendu ⁹ :

La maîtrise de l'acier a permis la construction des premiers ponts suspendus dès le XIXe siècle.

Le principe des ponts suspendus est de maintenir le poids du tablier par deux câbles porteurs solidement arrimés aux berges ou sur les massifs d'ancrage.

Le pont suspendu comporte : 2 piliers (un de chaque côté) et deux câbles porteurs qui supportent le tablier du pont.

- Points forts : Les ponts suspendus peuvent enjamber des portées beaucoup plus grandes que tout autre type de pont antérieur .
- Points faibles : - Il nécessite la présence de massifs d'ancrage, indispensables pour retenir les forces considérables qui s'exercent.



⁹ Pdf Document ressource les ponts , académie Versailles , Matthieu Le Guen , Jean-Paul Pruvost , Pascal Pujades , Michel Loisy , 2007- 2008 , page 6 (dernier accès le 20/11/2015)

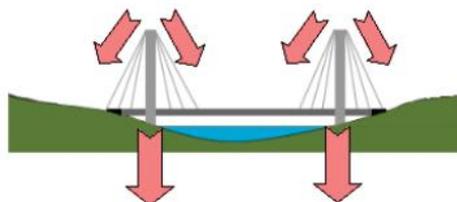


Figure 8: Pont suspendu sur le Bosphore, Istanbul , Turquie ,(Portée principale : 1074 m) . Source : <http://images-mds.staticskynet.be/NewsFolder/original/SKY20100311025155AL.jpg> .(dernier accès le 21/11/2015)

4.pont à haubans ¹⁰ :

Depuis près de 40 ans, les ponts suspendus s'effacent au profit d'une autre technique, plus légère et plus audacieuse pour la partie bétonnée : Le pont à haubans. Tel un bateau, les 2 piliers sont appelés "mâts" et les câbles qui soutiennent les mâts, des "haubans". Chaque élément du tablier est soutenu par un câble. Cependant tous ces câbles (haubans) partent des mâts et non pas d'un gros câble qui court d'un pilier à l'autre.

- Points forts :- Enjamber des distances beaucoup plus grandes que tout autre type de pont.
 - Par rapport au pont suspendu, on économise sur l'énorme câble qui supporte l'ensemble du poids de l'ouvrage. C'est donc moins cher à construire.
- Points faibles : Les haubans doivent être élevés, et sont par conséquent, plus fragiles et plus vulnérables au vent et aux vibrations engendrées par la circulation (maximum de portée 1000 m).



¹⁰ Pdf Document ressource les ponts , académie Versailles , Matthieu Le Guen , Jean-Paul Pruvost , Pascal Pujades , Michel Loisy , 2007- 2008 , page 7 (dernier accès le 20/11/2015)



Figure 9: Pont à haubans de Normandie ,France ,(Portée principale : 856 m , longueur totale : 2141m) . Source : <http://www.saint-luc-mons.be/stluc/documents/images/normandie.jpg> .(dernier accès le 21/11/2015)

5.pont levis ¹¹ :

Un pont-levis est un pont dont le tablier peut être relevé par rotation autour d'un axe horizontal situé à une extrémité.

- Points forts : permettre le passage d'un navire de grande hauteur par exemple. Dans ce cas, on parle de pont basculant (exemple : le Tower Bridge). Lorsque le tablier du pont est relevé par translation, on parle alors de pont levant (exemple :le Pont de Recouvrance à Brest).
- Points faibles :- Obligation de piliers imposants.
- Nécessité de contre poids pour faire face aux forces du poids propre du tablier.

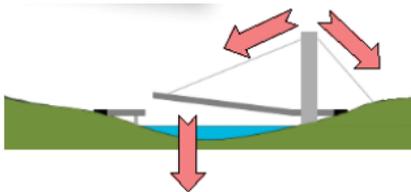


Figure 10 : Pont basculant

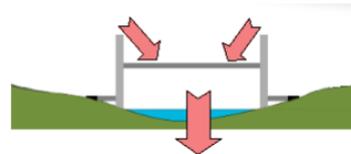


Figure 11 :pont levant

¹¹ Pdf Document ressource les ponts , académie Versailles , Matthieu Le Guen , Jean-Paul Pruvost , Pascal Pujades , Michel Loisy , 2007- 2008 , page 8 (dernier accès le 20/11/2015)



Figure 12: pont basculant le Tower bridge ,Londres ,Angleterre ,Royaume-Uni,(Portée principale : 79 m , longueur totale des travées adjacentes: 82.3m , longueur totale :286.50m) .
Source : <http://www.all-free-photos.com/images/londres/PI67605-hr.jpg> .(dernier accès le 21/11/2015)



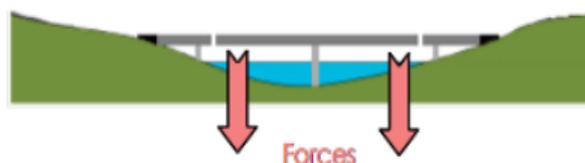
Figure 13: le pont levant de recouvrance à Brest , Bretagne , France (Portée principale : 87.5 m) .
Source : http://www.justacote.com/photos_entreprises/pont-de-recouvrance-brest-1320996369.jpg .(dernier accès le 21/11/2015)

6.pont tournant ¹² :

Un pont tournant est un pont dont le tablier est monté sur un pivot vertical, ce qui permet de faire tourner le tablier horizontalement pour le présenter dans l'axe de la voie d'eau qu'il franchit .

Points forts : Comme il ne nécessite pas de contrepoids comme un pont-basculant, sa construction est plus simple et légère.

- Points faibles :- Le pilier central peut être un danger à la navigation en cas de mauvaises conditions atmosphériques.



¹² Pdf Document ressource les ponts , académie Versailles , Matthieu Le Guen , Jean-Paul Pruvost , Pascal Pujades , Michel Loisy , 2007- 2008 , page 9 (dernier accès le 20/11/2015)



Figure 14: Pont tournant du viaduc de Caronte , Bouches-du-Rhône, Provence-Alpes-Côte d'Azur, France (longueur totale : 943 m , longueur travées mouvantes : 57m) . Source : <http://files1.structurae.de/files/photos/618/caronte1.jpg> . (dernier accès le 21/11/2015) .

V-Historique des Ponts habités :

Selon Jean Dethier, «il n'existe aucune appellation précise pour désigner ces ponts, ni en anglais, ni en français, ni en italien. Dans ces trois langues, faute de mieux, on parle de « inhabited bridges », de « ponts habités » et de « ponti abiati ». Seule la langue allemande dispose d'un mot approprié, qui englobe à priori toutes les variantes typologiques des ponts qui nous concernent ici ; « überbautenbrücken » désigne en effet l'ensemble des ponts sur lesquels on édifie des bâtiments.»¹³

De ce terme nous concluons que le pont habité est l'association du « pont » et du « bâtiment ».

La plus grande contribution du Moyen Age pour combler le déficit en habitation ,est la notion attrayante des ponts avec des maisons sur leurs tabliers . Dans les villes fortifiées du Moyen âge , où le logement est strictement limité, toute parcelle de terrain pour un bâtiment est précieuse ,les ponts habités sont construits en nombre considérable. La France est connue pour avoir le plus grand nombre de ponts habités.

Ces ponts comptaient tous des maisons, ateliers ou boutiques. Ils formaient de véritables rues traversant le fleuve. Ces ponts étaient très fréquentés, et l'étroitesse de la voirie qui restait libre entre les constructions les rendait encombrés en permanence.

V-Les séquences architecturales sur le pont habité :

L'infrastructure est le tablier. La superstructure est l'architecture venant se greffer sur le tablier.

¹³ Exposition : « les ponts habités d'hier et d'aujourd'hui », interview de Jean Dethier IN « le pont habité comme solution pour l'aménagement urbain des villes de demain » , Arthur GENTIAL , septembre 2002,page 9,(dernier accès le 05/12/2015)

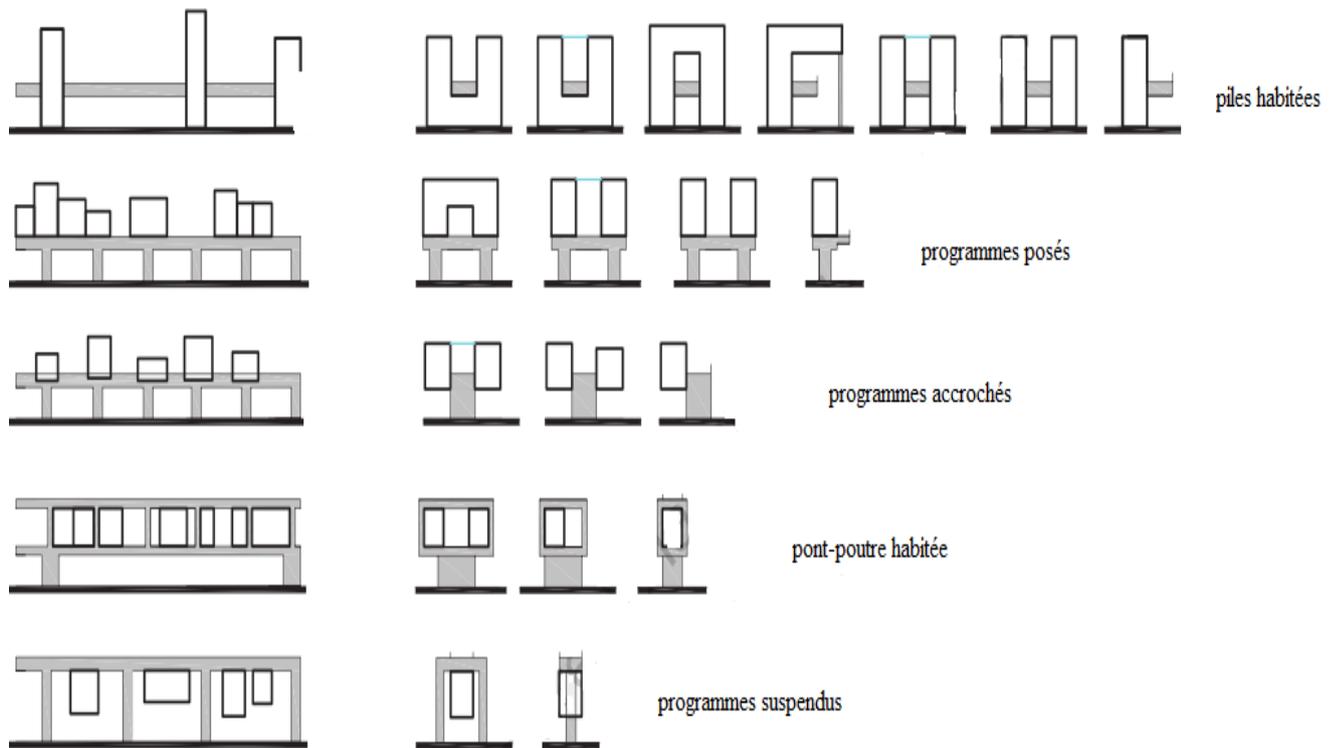


Figure 15:les différentes sources d'un pont habité .Source :Laura Langlois, pfe 16juin 2011 , école d'architecture de la ville & des territoires , densité aérienne :habiter le franchissement. Traitée par l'auteur

VI- Les concepts :

1. définition¹⁴ : concept ; nom masculin ; est une représentation mentale abstraite d'un objet, d'une idée conçue par l'esprit.

Concevoir en architecture signifie construire une représentation de quelque chose qui n'existe pas encore , pour arriver a cette représentation pour se projeter dans le temps nous traversons un processus complexe de création¹⁵ .

2.Types de concepts ¹⁶:

Les concepts inventés ou utilisés ont dans leur majorité une trame de fonds.Cette trame peut être le contexte physique et socioculturel ou les acquis scientifiques, artistiques ,et philosophique nouveaux, ou tout autre trame de fonds .

¹⁴ <http://www.linternaute.com/dictionnaire/fr/definition/concept/>

¹⁵ « Concepts et idées » cours théorie de projet,Pr Said MAAZOUZ ,URL : http://univ-biskra.dz/mazouz/theorie_du_projet_3annee_lmd/Concepts_et_Id%C3%A9es_CGHT.pdf (dernier accès le 15/11/2015)

¹⁶ IBID

2.1 :Concepts liés a l'environnement culturel ¹⁷:

Les besoins dominants → identification , symbole , prestige

Les critères → fonctionnement , originalité , dominance.....

Les canaux tangibles de créativité → historicisme , brutalisme ,bioclimatisme

2.2 :Concepts liés au planing de l'espace¹⁸ :

Les besoins dominants → Flexibilité ,géométrie, polyvalence , évolutivité,perception dynamique

Les critères → changement, adaptabilité, translation , superposition

Les canaux tangibles de créativité → fonctionnalisme , rationalisme , high technologie , futurisme

c/ Concepts liés à l'environnement physique¹⁹ :

Les besoins dominants → nature , romantisme ,micro climat

Les critères → composition organique...

Les canaux tangibles de créativité → contextualisme , architecture urbaine, bio climatisme

Nous avons constaté après une lecture globale des études sur le thème du pont habité que le concept adopté par les chercheurs est celui lié au planning de l'espace .

Dans le cadre de notre recherche nous avons opté pour ce concept, car il répond au mieux à notre problématique .

¹⁷ IBID

¹⁸ IBID

¹⁹ IBID

2.Chapitre II :les nouvelles technologies en architecture

2.1 :Introduction :

La relation entre l'architecture et les matériaux a été assez simple jusqu'à la Révolution Industrielle. Les matériaux étaient choisis selon leur utilité , leur disponibilité et leur apparence .

À partir de la fin du 19ème siècle,la révolution industrielle contribua à l'émergence de nouvelles technologies , de nouveaux procédés et de nouveaux matériaux en architecture permettant de créer des formes et des structures inédites, de développer un nouveau langage décoratif et aussi de contribuer à la protection de l'environnement .

2.2 :Définition de la nouvelle technologie :

« Ensemble cohérent de savoirs et de pratiques dans un certain domaine technique, fondé sur des principes scientifiques »²⁰.

2.3 :Les nouvelles technologies en architecture :

Une nouvelle technologie en architecture implique de nouvelles méthodes de construction touchant un ensemble de domaines variés :

- Les technologies liées aux nouveaux matériaux de construction.
- Les technologies en matière de structure
- Les technologies liées au confort
- Les technologies liées aux énergies renouvelables .

2.3.1 :Les technologies liées aux nouveaux matériaux de construction :

| type | Caractère | Matériaux |
|--|--|---|
| Matériaux « smart » ou « intelligent » | matériaux réactifs ou stimuli-sensitifs qui réagissent d'une certaine manière sous l'influence d'un stimulus externe (changement de couleur, de forme, émission de | <u>-Les matériaux piézoélectriques</u> :contrôlent les vibrations de structures et récupèrent l'énergie des vibrations pour augmenter l'autonomie des dispositifs ²² . <u>- Les matériaux magnétostrictifs</u> : se déforment sous l'action d'un champ magnétique ²³ . <u>- Les alliages à mémoire de forme</u> , déformés à froid, retrouvent leur forme initiale au-delà d'une certaine température.Ce sont en général des alliages de cuivre, zinc et aluminium, ou de titane et de nickel ²⁴ . |

²⁰ Dictionnaire Larousse , <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/technologie/76961> .(Dernier accès le 07/12/2015)

²² <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosnano/glossaire/mot/materiauxPlus.htm> .(Dernier accès le 07/12/2015)

²³IBID

²⁴ IBID

| | | |
|------------|--|---|
| | lumière, génération d'énergie...) ²¹ . | <p><u>-matériaux thermo chromique</u> :matériaux dont les propriétés optiques changent en fonction de la température ²⁵ .</p> <p><u>-matériaux photochromiques</u> : matériaux qui changent de couleur sous l'effet d'une excitation extérieure (température, pression, taux d'humidité, etc) ²⁶.</p> <p><u>-matériaux électro chromiques</u> : matériau capable de changer réversiblement de couleur lorsqu'un courant électrique lui est appliqué.</p> |
| Les bétons | Le béton varie en fonction de la nature des granulats, des adjuvants, des colorants, des traitements de surface, et peut ainsi s'adapter aux exigences de chaque réalisation, par ses performances et par son aspect ²⁷ . | <p><u>-béton auto-plaçant (BAP)</u> : béton qui se met en place par le seul effet de son poids propre. Il est caractérisé par une résistance à la ségrégation .</p> <p><u>-béton autonettoyant et dépolluant.</u></p> <p><u>-Le béton armé d'acier inoxydable</u> : béton armé en acier inoxydable à durabilité forte.</p> <p><u>-béton de bois</u> : béton qui associe le bois et le ciment donnant un matériau léger, extrêmement durable, ininflammable, qui concilie les performances thermiques et phoniques du bois, et la solidité du béton.</p> <p><u>-béton de parement</u> :béton qui offre une variété infinie d'apparences, une multitude d'aspects, de couleurs et de formes .</p> |
| Le bois | une ressource naturelle renouvelable , un éco matériau de construction qui convient pour la construction de nombreux types de bâtiments. | <p><u>-Lamellé collé</u> :bois qui associe plusieurs lamelles de bois massifs par une résine synthétique .Il s'associe avec l'acier , le béton... qui est utilisé dans plusieurs éléments. Il présente une très grande résistance à la flexion ,compression , torsion ,au feu , à la chaleur ,...</p> <p><u>-Panneau de fibre à moyenne densité MDF</u> :panneau fabriqué à partir de fibres de bois fortement comprimés à haute température et un liant synthétique.C'est un matériau esthétique , économique , disponible ,facile d'usage ,aux multiples atouts</p> |
| L'acier | C'est un élément essentiel qui sert pour former le squelette des bâtiments, armer le béton, renforcer les fondation, habille les façades et les toitures. C'est un | <p><u>-Aciers hautes limites élastiques (HLE)</u> : aciers à haute résistance obtenue par l'ajout d'éléments de micro-alliage. Ils présentent donc une résistance, déformabilité et soudabilité .Leur utilisation permet souvent une réduction de poids ²⁸.</p> <p><u>- Les aciers par formage à froid</u> :aciers qui possèdent une faible teneur en carbone et sont faciles à déformer et à souder.</p> |

²¹ <http://www.centexbel.be/fr/innovations-aux-mat%C3%A9riaux-intelligents>.(Dernier accès le 07/12/2015)

²⁵ http://www.memoireonline.com/06/11/4570/m_Le-verre-dans-le-batiment29.html.(Dernier accès le 07/12/2015)

²⁶ http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doschim/decouv/couleurs/materiaux_photochromes.html.(Dernier accès le 07/12/2015)

²⁷ <http://www.infociments.fr/betons/types>.(Dernier accès le 11/12/2015)

²⁸http://ds.arcelormittal.com/repo/poutrelles_rails_tubes_parachevement_negoce/aciers_construction_presentation.pdf.(Dernier accès le 11/12/2015)

| | | |
|-------------|---|---|
| | matériau résistant, durable, esthétique. | <u>-Aciers revêtus métalliques</u> : revêtement métallique des supports en acier afin de garantir une longévité accrue à cette tôle dans un environnement agressif. |
| L'aluminium | Les propriétés du matériau, telles que légèreté associée à une haute robustesse et résistance à la corrosion. Caractérisé par : légèreté, haute malléabilité, facile à percer, couper, souder, fondre... ²⁹ | |
| Le verre | Matériau transparent qui permet d'enseigner et d'éclairer les locaux. Il a de multiples propriétés tel la résistance mécanique, sécurité, isolation thermique et acoustique, contrôle solaire et décoration ³⁰ . | <p><u>-Le verre réfléchissant</u> : constitué de verre traité avec un revêtement métallique pour lui permettre de réfléchir la chaleur.</p> <p><u>-Le vitrage autonettoyant</u> : composé d'un verre "float" qui est recouvert d'une couche très fine d'un matériau minéral hydrophile et photocatalytique, sur sa face extérieure. Lorsque la vitre est salie, la lumière solaire décompose les saletés et l'eau de pluie rince les saletés laissant la vitre nette³¹.</p> <p><u>-Le verre feuilleté</u> : constitué de 2 feuilles de verre séparées par des films plastiques. Il est utilisé pour résister à des charges statiques, dynamiques et des chocs supérieurs à la normale. Il est aussi employé pour réduire les niveaux acoustiques.</p> <p><u>-Verre sérigraphié trempé</u> : vitrage décoré par impression numérique céramique.</p> |

Tableau 1 : Matériaux de construction

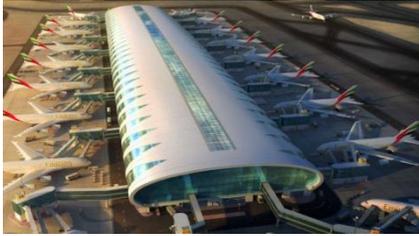
²⁹ <http://www.sapagroup.com/fr/sapa-pole-products/aluminium/>.(Dernier accès le 11/12/2015)

³⁰ http://www.memoireonline.com/06/11/4570/m_Le-verre-dans-le-batiment0.html(dernier accès le 12/12/2015)

³¹ http://www.batirenover.com/articles/le-vitrage-autonettoyant-les-avantages-et-inconvenients_3328.htm.(dernier accès le 12/12/2015)

2.3.2 :Les technologies en matière de structure :

| Structure | Caractère | Photo |
|-----------------------------|---|---|
| Structure tridimensionnelle | C'est un type de structure qui permet de réaliser tous types de géométrie :régulières ,irrégulières, à module carré ,rectangulaire , triangulaire...Cette catégorie de charpente convient aussi bien pour son esthétique que pour des constructions de grandes portées pour sa grande résistance :grandes salles de sport, centres commerciaux,aéroports,stades , ... |  <p>Figure 16:la pyramide du Louvre , Paris ,France . Source : http://i.f1g.fr/media/ext/orig/www.lefigaro.fr/medias/2009/04/04/98472a2a-208a-11de-b02b-76f68444491f.jpg (dernier accès le 12/12/2015)</p> |
| Structure à membranes | <p>Utilisé pour les grands ouvrages tel que : les ponts , les stades, ... pour leur liberté de forme et leurs performances techniques :grande résistance mécanique.</p> <p>Elles sont divisées en :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Structures tendues • Structures pneumatiques gonflables |  <p>Figure 17:Stade du roi Fahd , Riyad, Arabie Saoudite. Source :https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/64/King_Fahad_Stadium_(4055869088).jpg/350px-King_Fahad_Stadium_(4055869088).jpg. (dernier accès le 12/12/2015)</p>  <p>Figure 18Stade de Berlin , Allemagne. Source :http://www.lecoinsport.com/wp-content/uploads/2009/02/berlin-olympiastadion.jpg. (dernier accès le 12/12/2015)</p> |
| Structure à coque | <p>Désigne un système porteur à simple ou double courbure, de géométrie très variée. Ils reprennent les efforts de compression , les moments de flexion et des efforts de cisaillement grâce à leur forme et leur minceur par rapport à l'étendue de leur surface.on distingue :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les coques cylindriques :à simple courbure et à section circulaire similaire à une voûte plein |  <p>Figure 19:Coque cylindrique du hangar à Dirigeables ,Orly ,France . Source : http://cdt50.media.tourinsoft.eu/upload/Hangar-a-dirigeables---Ecausseville.jpg. (dernier accès le 13/12/2015)</p> |

| | | |
|---------------------------|--|---|
| | <p>cintre.Elles sont utilisées pour couvrir de grands espace :marché,hangars,...</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coque sphérique ou surface de révolution : engendrée par rotation d'une courbe plane autour d'un axe vertical donnant ainsi la couverture d'une surface circulaire pour couvrir de grands espaces circulaires . • Coque elliptique : rectiligne avec une légère brisure d'alignement . • Coque à formes complexes : assemblage de plusieurs formes de coque citées ci-dessus pour obtenir une forme complexe . • Coque à formes libres : elle sont intuitives selon l'ambition du concepteur et ne suivent pas une forme définie par une approche géométrique usuelle .Leurs formes se caractérisent par des courbes différentes . |  <p>Figure 20:Coque sphérique du planétarium de Berlin ,Allemagne. Source : http://www.tierjarten.de/Pankow/Pankow_Fotos/Stadtteile/Zeiss_Planetarium_Prenzlauer_Berg.jpg. (dernier accès le 13/12/2015)</p>  <p>Figure 21:Coque sphérique de l'aéroport internationale de Dubai ,E.A.U. Source : http://www.usinenouvelle.com/mediatheque/5/3/6/000.160635_12.jpg . (dernier accès le 13/12/2015)</p>  <p>Figure 22:Coques à formes complexes de l'opéra de Sydney , Australie . Source : http://stephanieschmitt.fr/tdm2013/wp-content/uploads/2013/08/DSC06404.jpg .(Dernier accès le 13/12/2015)</p>  <p>Figure 23:Coque à forme libre de l'aérogare TWA à New York . Source : http://airwaysnews.com/galleries/16001.jpg . (Dernier accès le 13/12/2015)</p> |
| <p>Structure à câbles</p> | <p>les structures à câbles se sont développées dans la période contemporaine en s'appuyant sur une technologie directement issue du génie civil (ponts suspendus, câbles de précontrainte).Des câbles d'acier à haute résistance,sont utilisés pour suspendre la structure.</p> |  <p>Figure 24 :Usine Center , Nantes , France. Source : http://img.20mn.fr/16tUjp5hRYuhiLHx6MVcdA/2048x1</p> |

| | | |
|---------------------|---|---|
| | | 536-fit_batiment-abrite-magasin-decathlon-cinema-ugc.jpg. (Dernier accès le 13/12/2015) |
| Structure réticulée | Permet la couverture de grandes surfaces sans éléments porteurs intermédiaires .Les parois sont pliées afin de rigidifier la structure formant des panneaux de formes géométriques très diversifiées.Ils sont généralement à épaisseur constante et sont reliés rigidement les uns aux autres .Ils peuvent être en béton , bois , acier , aluminium . Cette structure est utilisée dans les culées de ponts , dalles , réservoirs, tours ,... |  <p>Figure 25 :Aéroport de Toulouse , France . Source : http://www.lemoniteur.fr/media/IMAGE/2010/05/19/IM AGE_2010_05_19_6362393.jpg . (dernier accès le 13/12/2015)</p> |
| Structure mixte | C'est une combinaison entre deux matériaux .Elle exploite donc les avantages respectifs des deux matériaux choisis de façon optimale. |  <p>Figure 26 :Batiment à structure mixte :charpente en bois et béton . Source : http://static.seety.pagesjaunes.fr/asset_site_0a3cc5d8-8418-4916-84be-ffa703544137/491b25ef-cd28-4536-8968-17b3e190bfab_page_home . (dernier accès le 13/12/2015)</p> |

Tableau 2 :les différentes structures

2.3.3 :Les technologies liées au confort:

Le confort s'apprécie en fonction de 4 de nos 5 sens le toucher, l'ouïe, la vue, et l'odorat relatifs respectivement au confort thermique et hygrothermique , acoustique , visuel, et enfin la ventilation et le confort olfactif . La conception architecturale évolue dans ce sens afin d'assurer la meilleure qualité pour l'environnement intérieur d'un bâtiment .

A:Le confort thermique:

La chaleur s'échappe d'une maison mal isolée comme suit :



Figure 27 :Déperditions de chaleur .Source : http://isolation.comprendrechoisir.com/comprendre/isolation_thermique . (Dernier accès le 18/12/2015)

Donc l'isolation thermique concerne : les murs, portes et fenêtres, toitures, sols et planchers intermédiaires ,afin d'avoir un confort pour le corps humain et faire des économies .

❖ **Les notions élémentaires d'un confort thermique :**

Les paramètres du confort thermique et hygrothermique sont :

- Les conditions climatiques .
- Les dispositions constructives ;orientations,masques,volumétries, matériaux,isolants...
- Les HVAC ; chauffage , la climatisation , la ventilation .
- La chaleur produite par les occupants et les équipements .

La recherche du confort thermique ne doit pas négliger la dimension économie et celle du développement durable , pour cela , il faut veiller à :

- Réduire le recours aux différents systèmes régulateurs de température et qui consomment de l'énergie .
- Privilégier les ressources naturelles et les énergies renouvelables .
- Le choix des matériaux doit se faire en fonction de leur impact écologique sur l'environnement

❖ **Les conditions pour un confort thermique en hiver³²:**

Confort d'été = forte résistance thermique des parois (ce paramètre a une influence de 2 à 4°C)+ surfaces vitrées bien orientées et protégées (influence de 2 à 4°C)

³² Une isolation thermique été comme hiver, 19/10/2012 , URL : <http://www.toutsurlisolation.com/Isolation-thermique/Benefices-de-l-isolation-thermique/Une-isolation-thermique-ete-comme-hiver> .(dernier accès le18/12/2015)

+ ventilation nocturne de la maison pour évacuer la chaleur (influence de 2 à 5°C)
+ bonne inertie du bâtiment – ex : plancher lourd pour limiter l'élévation en température du bâtiment (influence de 1 à 3 °C).

❖ **Les conditions pour un confort thermique en hiver :**

Confort d'hiver = bonne isolation des murs (par l'intérieur et par l'extérieur), des planchers bas et intermédiaires ,des combles ou encore des toitures-terrasses + bon choix des bouches d'aération (courant d'air)+une humidité entre 40% et 60%+alimentation du chauffage par le biais d'énergies renouvelables.

B:Le confort acoustique:

Le confort acoustique se traduit par une isolation acoustique qui porte principalement sur :

- Le confort vis-à-vis des bruits extérieurs (transport , travaux ,...).
- Le confort vis-à-vis des bruits générés à l'intérieur de l'ouvrage (voix , activités , ...).
- Le respect des bâtiments avoisinants par rapport aux bruits émis au sein du bâtiment .

❖ **L'isolation et la correction acoustique :**

Pour atteindre un certain confort acoustique , il est nécessaire de réaliser une correction acoustique au sein d'un local et/ou une isolation acoustique entre plusieurs locaux .

- La correction acoustique : traitement de la capacité d'absorption et de réflexion d'une ou de plusieurs parois en agissant sur leur texture, leur relief, leur géométrie et les matériaux de revêtement³³.
- L'isolation acoustique : traitement de la transmission du bruit au travers des parois, en agissant sur la structure même de celle-ci³⁴.

❖ **Principes de correction acoustique :**

- Ajuster les surfaces réfléchissantes et absorbantes : alternance des parois lisses réfléchissant le son et les parois absorbantes .
- Application de matériaux absorbants de panneaux réfléchissant et résonateurs .

³³ GUIDE PRATIQUE POUR LA CONSTRUCTION ET LA RENOVATION DURABLES DE PETITS BATIMENTS, RECOMMANDATION PRATIQUE CSS05 ,Bruxelles Environnement ,IBGE ,
URL :http://app.bruxellesenvironnement.be/guide_batiment_durable/docs/CSS05_FR.pdf . (dernier accès le 17/12/2015)

³⁴ IBID

- La géométrie des locaux :une géométrie régulière peut avoir des conséquences désagréables sur un espace. Il est donc important de bien choisir les rapports entre les dimensions d'une salle.

❖ **Principes de l'isolation acoustique:**

L'isolation phonique vise à diminuer les échanges sonores entre le lieu traité et son environnement .2 principes de base :

- La déssolidarisation : c'est la construction d'une ossature (plafond /cloison / plancher) dissociée des murs existants pour l'isoler de ses vibrations.
- La loi masse /ressort /masse :2 masses séparées par un matériau absorbant (le ressort) qui intercepte les vibrations .
- Le sandwich : la loi de masse :plus c'est lourd , mieux ça isole
- L'étanchéité :même principes que l'isolation thermique , car quand il y a passage d'air , ils y a forcément passage de son.

C :Le confort visuel:

Sensation de satisfaction et de bien-être par rapport à l'ambiance lumineuse fournie dans un local et permettant d'effectuer les tâches qui s'y déroulent normalement.

Un des premiers paramètres à prendre en compte est d'exploiter la lumière naturelle au maximum en l'intégrant au sein des bâtiments ,car c'est une source gratuite qui permet la réduction de la consommation d'énergie ;puis recourir à l'éclairage artificiel quand le l'éclairage naturel est épuisé.

❖ **Paramètres du confort visuel³⁵ :**

- Niveau lumineux : un minimum est nécessaire pour une vision claire sans fatigue.Un niveau trop abondant peut devenir une source d' inconfort.
- Distribution de la lumière : elle doit permettre à l'occupant de l'espace une bonne perception des objets et des couleurs, dans une ambiance agréable.
- Directivité de la lumière : Mettre en valeur le relief des objets ,la texture des matériaux et veiller à éviter les ombres gênantes .

³⁵ Formation 2013 Bâtiment Durable SANTE ET CONFORT , Bruxelles Environnement ,IBGE , Magali BODART UCL – Architecture & Climat, 7 mars 2013 , URL : http://www.environnement.brussels/uploadedfiles/Contenu_du_site/Professionnels/Formations_et_s%C3%A9minaires/B%C3%A2timent_durable_-_sant%C3%A9_et_confort_2013/SAN_CON_3_130307_2_CON_VIS_FR_part1.pdf . (dernier accès le 15/12/2015)

- Risques d'éblouissement :pour les éviter il faut placer des protections solaires ,positionner l'endroit de travail dans l'axe du regard parallèle aux fenêtres et diminuer les contrastes fenêtre/menuiserie/mur.
- Couleur de la lumière :influence la couleur perçue des objets .Une source lumineuse aura un bon rendu des couleurs si elle émet des radiations proches de la lumière naturelle blanche .

❖ **Stratégies de conception :**

- Paramètres influençant la répartition de la lumière :ciel , site , bâtiment.

Stratégies

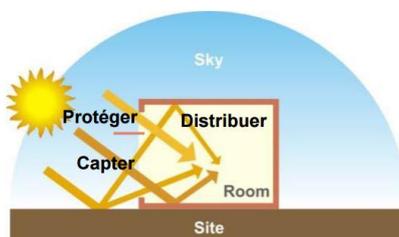


Figure 28 :mode d'utilisation de la lumière naturelle.

Source :http://www.environnement.brussels/uploadedfiles/Contenu_du_site/Professionnels/Formations_et_s%C3%A9minaires/B%C3%A2timent_durable_-_sant%C3%A9_et_confort_2013/SAN_CON_3_130307_2_CON_VIS_FR_part1.pdf . (dernier accès le 16/12/2015)

D :La ventilation et le confort olfactif:

L'intérieur d'un bâtiment nécessite un renouvellement de l'air fréquent , afin de préserver la santé et le confort des occupants ,et de prévenir contre l'humidité .

❖ **Systèmes de ventilation³⁶ :**

| Système | Utilisation | Figure |
|--------------------------|--|--|
| La ventilation naturelle | Tirage naturel dû au vent et à la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur des locaux. On la gère le plus souvent par des entrées d'air neuf dans les locaux principaux et des bouches d'extraction dans les locaux de service (cuisine, sanitaires...), qui peuvent être assistées mécaniquement. |  <p>Figure 29 :ventilation naturelle. Source :http://stockage.univ-valenciennes.fr/MenetACVBAT20120704/acvbat/chap02/res/ch02_image66.png .</p> |

³⁶ La ventilation pour la qualité de l'air et le confort olfactif,URL :
http://www.aduhme.org/alpheo/PDF/consommatrice/INFO/info_conso12.pdf .(dernier accès le 19/12/2015)

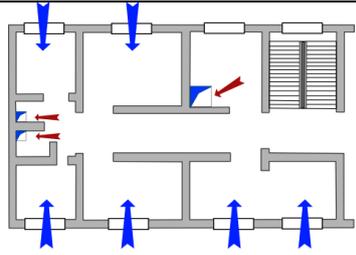
| | | |
|--|---|--|
| <p>La ventilation naturelle assistée et contrôlée</p> | <p>Ce système revient à une amélioration du dispositif de ventilation naturelle, afin de “redonner un nouveau souffle” aux bâtiments anciens, par des dispositifs d’extraction de l’air vicié et des gaz brûlés issus des locaux qui ne se mettent en marche que lorsque le besoin s’en fait sentir. Il permet d’ajuster le flux naturel au besoin tout en minimisant la consommation d’énergie.</p> |  <p>Figure 30 : ventilation naturelle assistée. Source : http://www.vti.fr/sites/pages/medias/ventilation-naturelle-hybride-par-balayage.png (dernier accès le 19/12/2015) .</p> |
| <p>La ventilation mécanique contrôlée simple flux</p> | <p>Un ventilateur d’extraction met en dépression les locaux à traiter. L’ air extérieur est introduit par l’intermédiaire des entrées d’air placées en façade des locaux à traiter. L’ air est extrait dans les parties communes .</p> |  <p>Figure 31 : la ventilation mécanique simple flux. Source : http://f-electricite.fr/vatt4504_principe_vmc-simple-flux.jpg. (dernier accès le 19/12/2015) .</p> |
| <p>La ventilation mécanique contrôlée double flux</p> | <p>L’ air extérieur est introduit mécaniquement dans les locaux par un premier réseau de gaines. L’ air vicié est extrait par un second réseau. Les deux ventilateurs utilisés sont souvent regroupés dans un même caisson. Le système peut comporter un récupérateur de chaleur sur l’air extrait, réchauffant ainsi l’air neuf. Il permet de réduire de 30 à 60 % les consommations liées au chauffage de l’air neuf.</p> |  <p>Figure 32 : ventilation mécanique double flux. Source : http://www.agence-grenelle-environnement.com/images/professionnel/142637/vmc_double_flux.jpg. (dernier accès le 19/12/2015) .</p> |
| <p>La modulation des débits en fonction de l’occupation réelle des bâtiments</p> | <p>Elle vise à éviter un gaspillage d’énergie en période d’inoccupation. Deux techniques principales sont développées: l’une est basée sur des détecteurs de présence qui déclenchent ou arrêtent la ventilation en fonction de l’occupation des locaux, l’autre mesure le taux de CO2 dans la pièce, ce qui permet d’ajuster plus finement la ventilation.</p> | |

Tableau 3 : Les systèmes de ventilation .

2.3.4 :Les technologies liées aux énergies renouvelables:

Dans le cadre des nouvelles technologies du domaine de la construction , l'intégration des énergies renouvelables permet aux bâtiments de réduire leur besoins extérieurs en énergie, mais aussi leur permet de produire leur propre énergie afin de répondre aux multiples besoins de l'homme sans impact sur l'environnement .

A.Les différents types d'énergies renouvelables :

❖ Le solaire thermique :

Les technologies solaires tirent directement leur énergie du soleil.Elles convertissent la lumière en énergie utilisable dans le bâtiment . Il existe 3 types d'énergie solaire³⁷ :

- La conception solaire passive pour le chauffage et la climatisation, l'éclairage naturel .
- L'énergie solaire thermique pour le chauffage de l'espace, de l'eau et la climatisation .
- L'énergie solaire photovoltaïque pour la production d'électricité



Figure 33 : composants d'un système photovoltaïque intégré au bâtiment .Source : http://solterre.net/web_images/image_site_isol_.jpg (dernier accès le 25/12/2015) .

❖ L'énergie éolienne :

C'est un dispositif qui permet de convertir l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique. Cette énergie est ensuite transformée dans la plupart des cas en électricité³⁸.

³⁷ Énergie solaire dans les bâtiments à consommation énergétique nette zéro ,Yves Poissant, Ph.D. CanmetÉNERGIE, Ressources naturelles Canada, URL : http://montreal.csc-dcc.ca/img/content/CSCMontreal/2015_Avr_YvesPoissant_%C3%89nergie%20solaire%20batiments%20net%20zero.pdf(dernier accès le 25/12/2015)

³⁸ <http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Energie-eolienne-.html> .(dernier accès le 06/01/2016)

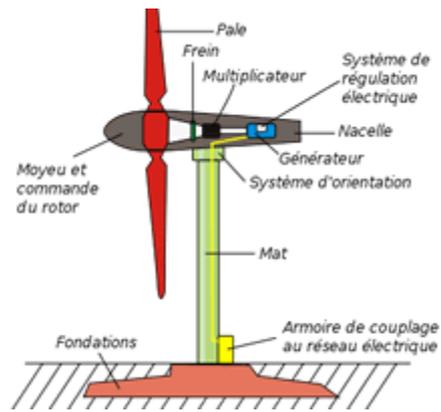


Figure 34: composants d'une éolienne .Source :<http://www.les-energies-renouvelables.eu/imgfr/image/shema%20eolien%20n%20%201.gif> .(dernier accès le 06/01/2015)

❖ L'énergie géothermique :

C'est une source d'énergie inépuisable qui consiste en l'exploitation de la chaleur stockée dans le sous-sol. L'utilisation des ressources géothermales se décompose en deux grandes familles : la production d'électricité et la production de chaleur ³⁹.

❖ **L'énergie marine**⁴⁰ : l'ensemble des énergies exploitées en mer ou sur le littoral. Ces différentes énergies sont engendrées par l'énergie solaire et la gravité.

❖ **L'énergie hydroélectrique** : c'est une énergie qui utilise l'énergie de l'eau produite par son mouvement pour la convertir en électricité grâce à une turbine hydroélectrique. (chute d'eau, cours d'eau, courant, etc.)⁴¹.

❖ **La biomasse** : représente l'ensemble de la matière organique, d'origine végétale ou animale issue de forêts, milieux marins et aquatiques,... c'est une matière qui compose les êtres vivants et elle a la particularité de contenir du carbone .Elle peut être utilisée pour produire de l'électricité et la chaleur et elle dégage très peu de gaz à effet de serre.

B.Conclusion :

Après avoir établi une recherche concernant les énergies renouvelables et leurs atouts , nous remarquons que ces dernières sont indispensables dans les constructions car elles sont inépuisables ,se renouvellent rapidement et ne nuisent pas à l'équilibre environnemental.

³⁹ http://www.energies-renouvelables.org/energie_geothermie.asp.(dernier accès le 06/01/2015)

⁴⁰ <http://www.futura-sciences.com/magazines/environnement/infos/dico/d/energie-renouvelable-energie-marine-6663/> .(dernier accès le 06/01/2016)

⁴¹ <http://www.futura-sciences.com/magazines/environnement/infos/dico/d/energie-renouvelable-energie-hydroelectrique-6661/> .(dernier accès le 06/01/2016)

3.Chapitre III : Approche thématique

*« Ce qui est maintenant prouvé ne fut jadis qu'imaginé »
William Blake.*

3.1.Introduction :

L'analyse d'un exemple de projet est une phase très importante dans la confection d'un raisonnement réfléchi sur la conception du projet .

3.2.Analyse des exemples :

Exemple 1 :Le pont multimédia à Séoul :



Figure 35: vue générale du Paik Nam June Media bridge , Séoul ,Corée du Sud .Source : http://www.e-architect.co.uk/images/jpgs/korea/paik_nam_june_media_bridge_p191010_15.jpg .(dernier accès le 21/11/2015)



Figure 36: situation du Paik Nam June Media bridge, Séoul ,Corée du Sud .Source : http://static.dezeen.com/uploads/2010/10/dzn_Paik-Nam-June-Media-Bridge-by-Planning-Korea7.jpg .(dernier accès le 21/11/2015)

▪ **Présentation :**

Le Paik Nam June média bridge ; le pont multimédia , est un des projets majeurs de l'architecte Paik Nam June.Proposé lors d'un concours sur la planification de la ville de Séoul, cette mégastructure traverse la rivière Han et sert de raccordement entre le centre d'art et le bâtiment de l'assemblée nationale . Ce pont présentera toutes les nouvelles technologies multimédia du pays .

Ce pont représente le premier exemple d' «une ville élargie vers la rivière » . Il transportera voitures, piétons , cyclistes, mais il sera aussi accessible à partir de la rivière par des stations d'accueil pour les taxis de l'eau , les yachts et des bateaux de croisière⁴².

⁴² <http://www.dezeen.com/2010/10/27/paik-nam-june-media-bridge-by-planning-korea/> ,(dernier accès le 21/11/2015)



Figure 37: accès de la rivière au pont multimédia de Séoul.

Source : http://static.dezeen.com/uploads/2010/10/dzn_Paik-Nam-June-Media-Bridge-by-Planning-Korea8.jpg .
(dernier accès le 21/11/2015)

▪ **Caractéristiques⁴³ :**

Longueur :1080m

Largeur :89m

Hauteur voûte :72.5m

Hauteur pylône :18m

Surface totale :103620m²

Surface route: 18,190m²

▪ **Style et principes constructifs⁴⁴ :**

Le pont est de style High Tech futuriste ,inspiré de l'araignée de mer. Cette mégastructure est recouverte de panneaux solaires pour générer sa propre énergie pour satisfaire les besoins de ses fonctions « conception d'énergie positive . Le second rôle des panneaux , sera de les utiliser comme toile projetée pour les médias et les artistes de la vidéo à travers le monde⁴⁵ .

⁴³ <http://www.dezeen.com/2010/10/27/paik-nam-june-media-bridge-by-planning-korea/> ,(dernier accès le 21/11/2015)

⁴⁴IBID

⁴⁵ <http://www.designboom.com/architecture/planning-korea-paik-nam-june-media-bridge/> ,(dernier accès le 21/11/2015)

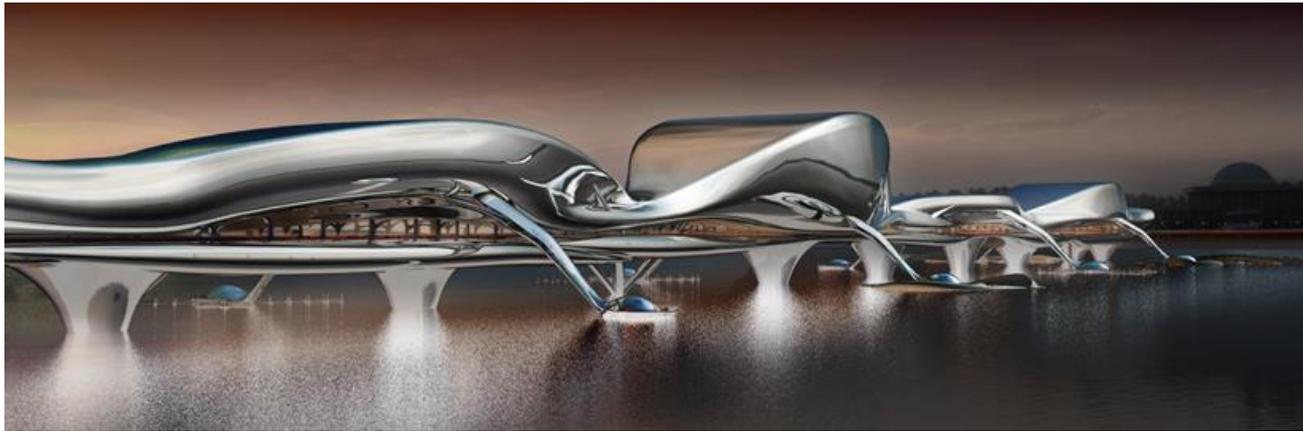


Figure 38: forme globale du pont multimédia de Séoul.

Source : <http://www.designboom.com/cms/images/erica/--bridge/bridge10.jpg> .(dernier accès le 21/11/2015)

▪ **Programme :**

- Musée
- Bibliothèque
- Centre informatique
- Centre commercial dédié aux innovations technologiques
- Espaces de détente.
- Espaces verts durables distribués horizontalement et verticalement dans chaque étages avec système de récupération d'eaux pluviales .
- Parking

Exemple 2 : Le pavillon pont expo'08 de Saragosse ,Espagne :



Figure 39 :Situation du pavillon pont de Saragosse , Espagne . Source :google Earth , traitée par l'auteur



Figure 40: Vue générale su pavillon pont de Saragosse. Source : http://buildipedia.com/images/masterformat/aec/2013.03.18_zaha/images/Fernando%20Guerra/1199_FG_094.jpg .(dernier accès le 21/11/2015).

- **Présentation :**

Le pavillon pont de Saragosse construit en 2008, est un moyen de liaison entre le quartier Almozara et le site de l'exposition Zaragoza 2008 près du palais des congrès où il constitue un des principaux accès à l'exposition internationale consacrée à l'eau .Il traverse la rivière Ebro et une petite île. Il a été créé par Zaha Hadid, lauréate du prix d'architecture Pritzker en 2004 .

- **Caractéristiques⁴⁶ :**

Longueur :270m

Largeur :30m

Hauteur : 15 à 30m

Portée :165m

Surface :6415m²

- **Description architecturale⁴⁷ :**

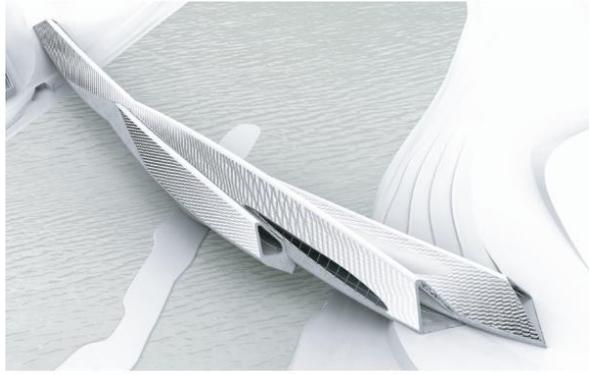
Le Pavillon pont est défini comme un objet qui provient des conditions naturelles de la rivière et ses berges.

Le pavillon à deux étages est conçu comme le glaïeul, avec une extrémité étroite qui repose sur la rive droite de la rivière et une extrémité qui se divise en trois branches ou des tiges, reposant sur la rive gauche.

Il est organisé en 4 sections sur ce qui serait quatre gousses de fleurs. L'exposition est divisée en deux niveaux reliés par des rampes.

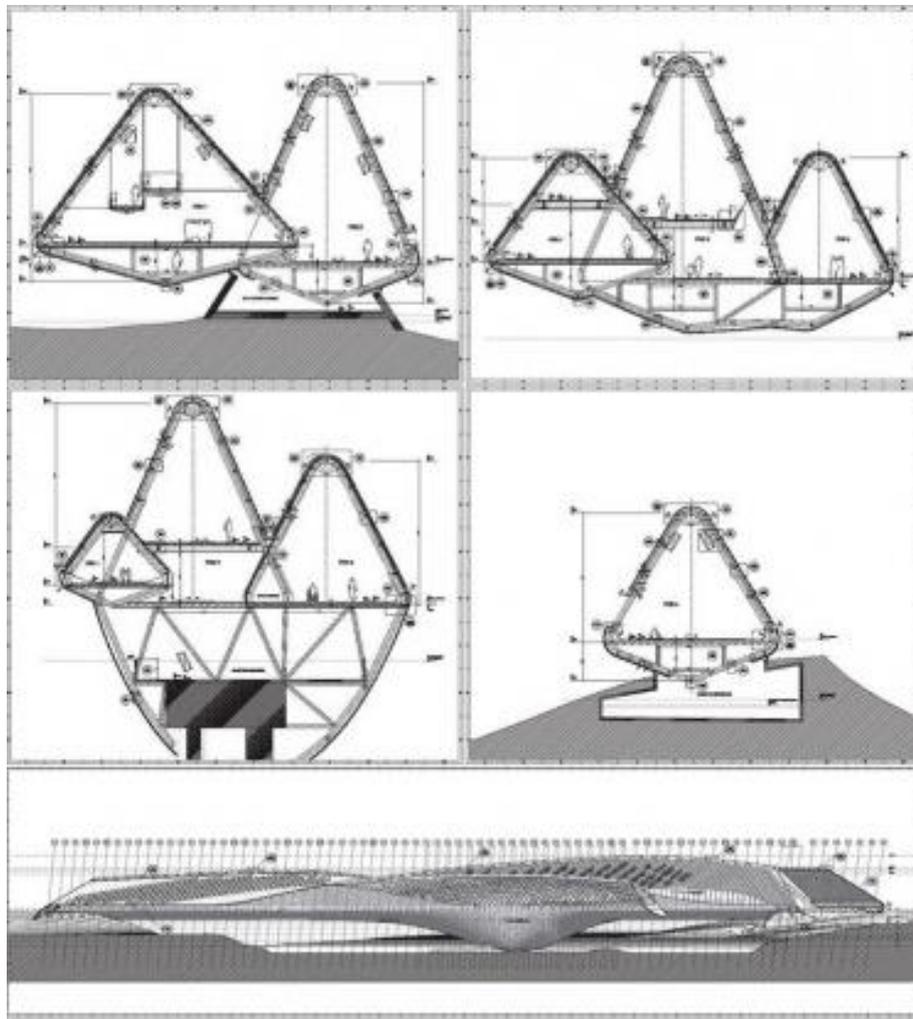
⁴⁶ <http://structurae.info/ouvrages/pavillon-pont>,(dernier accès le 21/11/2015)

⁴⁷ http://es.wikiarquitectura.com/index.php/Pabell%C3%B3n_Puente_Expo'08,(dernier accès le 21/11/2015)



Pabellón Puente de la EXPO 2008, Zaragoza

Figure 41: Volumétrie du pavillon pont de Saragosse .Source : http://es.wikiarquitectura.com/images/7/78/Pabellon_Puente_7.jpg .(dernier accès le 21/11/2015)



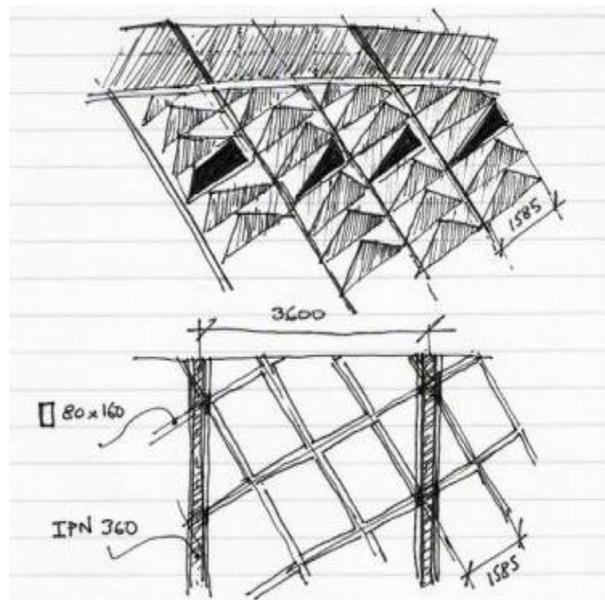
Plan 1: les différentes coupes transversales du pavillon pont de Saragosse. Source : http://es.wikiarquitectura.com/images/thumb/3/30/Pabellon_Puente_Plano_1.jpg/424px-Pabellon_Puente_Plano_1.jpg .(dernier accès le 21/11/2015) .traité par l'auteur .

▪ **Description technique et matériaux⁴⁸ :**

Chaque section est en forme de diamant soutenue par des fermes . Cette forme permet de répartir le plus rationnellement possible les forces le long de la surface à la place d'un seul élément principal singulier, aboutissant à une réduction de nombre et de la taille des pylônes .

La structure du pont est une structure mixte acier + béton . Le revêtement est en verre sur panneaux triangulaires inspiré des écailles d'un requin .

Ces panneaux sont dotés d'un système de rotation qui permettent de réfracter la lumière, et le vent pour un renouvellement de l'air. Ce système permet ainsi de créer une température ambiante à l'intérieur du pont et fait que la T° intérieure ne dépasse pas les 30C°.



Plan 2: système des panneaux rotatifs du pavillon pont de Saragosse .Source : http://es.wikiarquitectura.com/images/9/9a/Pabellon_Puente_Plano_2.jpg

Le pont compte sur trois supports :deux sur les rives et un principal sur la MEJANA (île naturelle dans le lit de la rivière). La structure a été montée sur un terrain adjacent au site ,avec des matériaux préfabriqués ,et une fois achevé, a été déplacée vers son emplacement définitif sur le cours de l'Èbre.

⁴⁸ http://es.wikiarquitectura.com/index.php/Pabell%C3%B3n_Puente_Expo'08,(dernier accès le 21/11/2015)

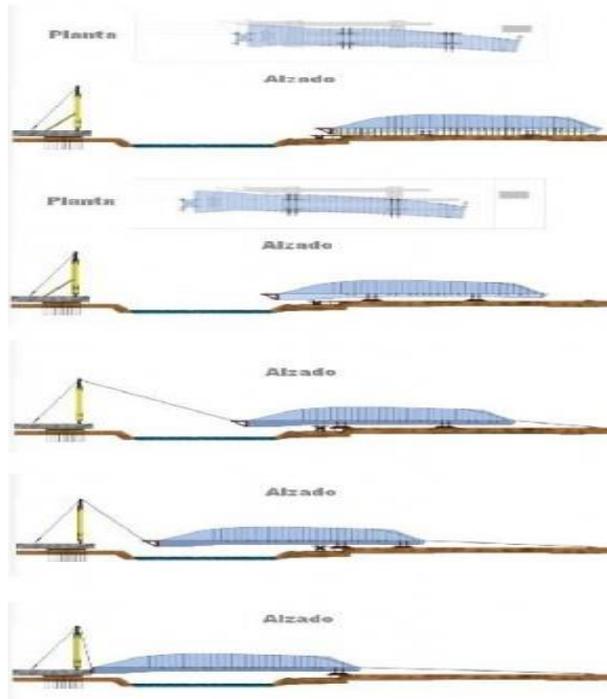
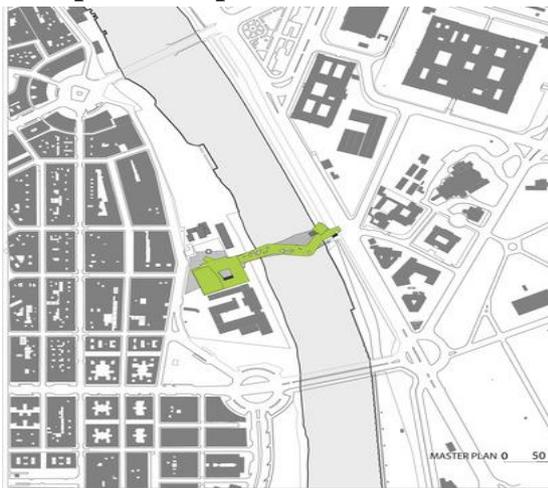


Figure 42: phases du montage et du déplacement de l'ossature du pavillon pont de Saragosse. Source : http://es.wikiarquitectura.com/images/thumb/6/6d/Pabellon_Puente_Plano_5.jpg/289px-Pabellon_Puente_Plano_5.jpg .(dernier accès le 21/11/2015)

Le sol instable a conduit à implanter des fondations d'une profondeur allant jusqu'à 70 mètres .

Exemple 3 : Le pont habité 24/7 à Séville ,Espagne :



Plan 3: plan de situation du pont 24/7 à Séville , Espagne . Source : <http://www.evolo.us/wp-content/uploads/2012/12/habitable-bridge-4.jpg> . (dernier accès le 21/11/2015)



Figure 43: vue d'ensemble du pont 24/7 de Séville . Source : <http://p5.storage.canalblog.com/53/37/784800/101375029.jpg> . (dernier accès le 21/11/2015)

▪ **Présentation :**

Le pont de Séville 24/7, proposé par Ayrat Khusnutdinov & Zhang Liheng, adopte les célèbres traditions espagnoles de la vie dans la rue. Il permettrait de la prolonger à 24 heures de la journée et 7 jours de la semaine⁴⁹. Le pont relie un quartier très populaire de la ville avec une ancienne usine de tabac hors de service qu'il intègre dans son programme.

Ce projet nous propose d'utiliser le franchissement d'un cours d'eau pour venir ajouter d'autres programmes que le simple passage. Un exemple de mixité des programmes et leur imbrication pour créer des liens entre ces programmes qui n'ont pas l'habitude de se côtoyer⁵⁰.

▪ **Programme**

Les surfaces sinueuses du pont créent des plate-formes qui invitent les gens à s'y asseoir et contempler le décor²².

Programme :

- Auditorium
- Médiathèque
- Musée
- Bibliothèque
- Commerce
- Club de nuit
- Restaurants
- Aire de jeux enfants
- Espaces verts
- Parking



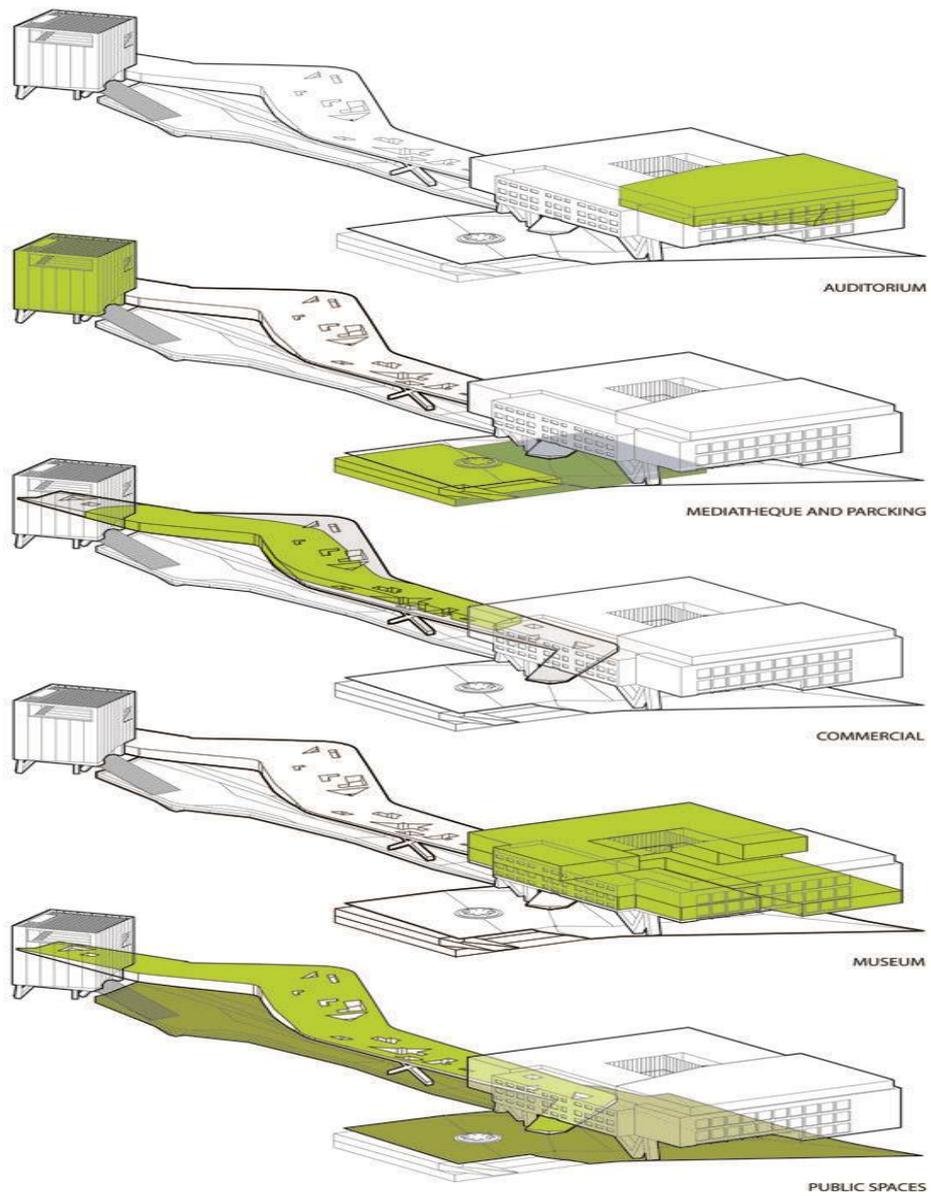
Figure 44: le jeu des plates formes au pont 24/7 de Séville. Source : <http://www.evolo.us/wp-content/uploads/2012/12/habitable-bridge-2.jpg> . (dernier accès le 21/11/2015)

Le toit du pont est recouvert d'une couche verte créant ainsi un jardin dans la ville.

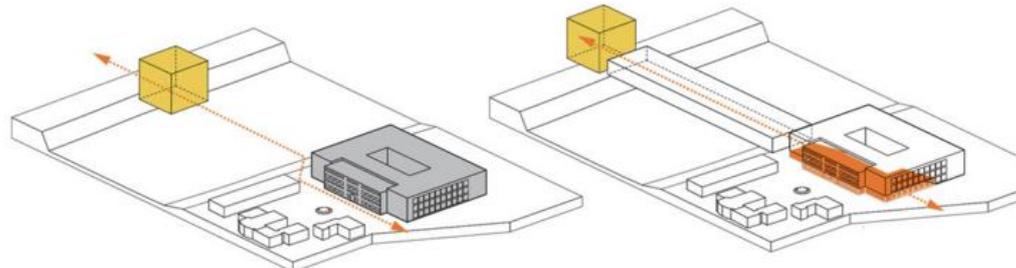
⁴⁹ <http://www.evolo.us/architecture/247-habitable-bridge-for-seville-spain/>,(dernier accès le 20/11/2015)

⁵⁰ <http://aliceg.canalblog.com/archives/2015/01/06/31265907.html>,(dernier accès le 20/11/2015)

Le pont est ancré par deux grands pôles publics sur les deux côtés de la rivière. Le bâtiment de la médiathèque est l'un des deux, sa structure en porte à faux signale la présence de ce lieu public dans la ville. Le bâtiment existant de l'usine de tabac est l'autre point d'ancrage, qu'ils proposent de rénover et de reconfigurer en un auditorium de 450 places. Ainsi, par l'intégration de ce bâtiment existant dans le programme, il est créé un mélange de vieux et de nouveaux tissus urbains, caractéristique de cette ville où médiéval et moderne se rencontrent.

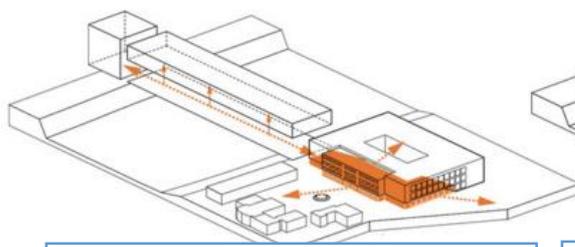


plan 4: coupes démontrant l'imbrication des différentes fonctions au sein du pont 24/7 de Séville . Source : <http://www.evolu.us/wp-content/uploads/2012/12/habitable-bridge-6.jpg> .(dernier accès le 21/11/2015)

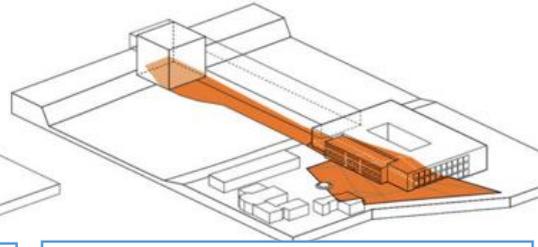


Comment est organisé le mouvement sur le site ?

Pour atteindre une intégration élevée, le bâtiment est organisé en fonction des deux batiments existants

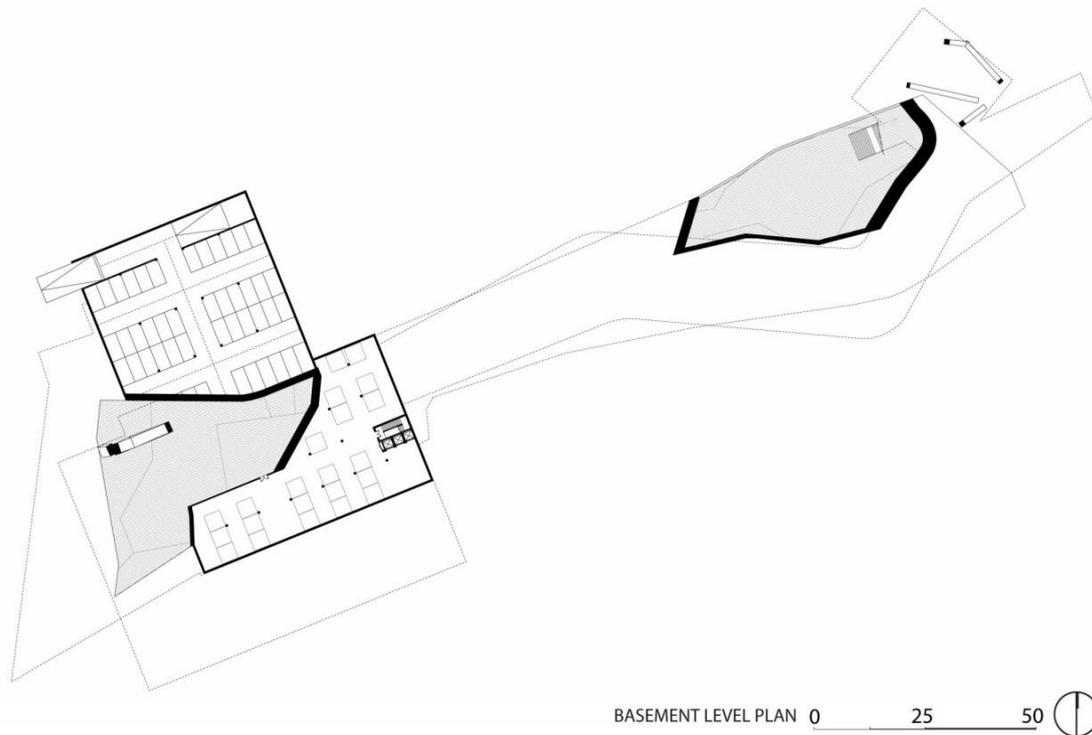


Reliant la place d'entrée de l'usine de tabac au système de l'espace public du pont

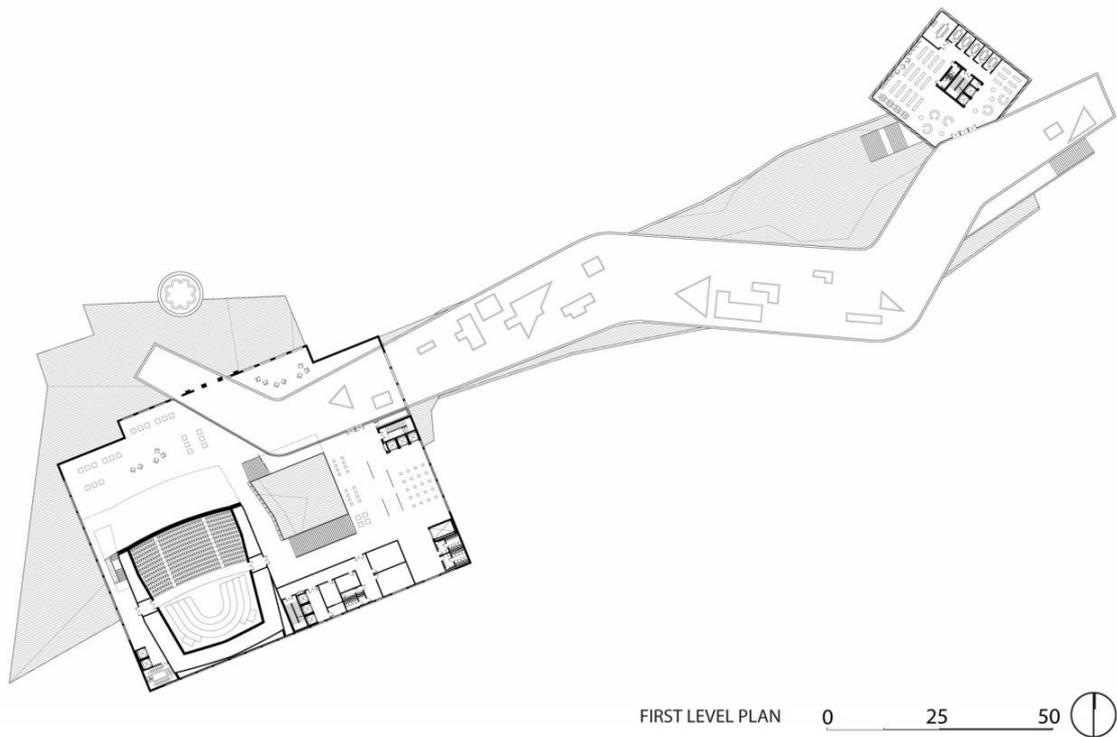


Le système de l'espace public au 1^{er} niveau.

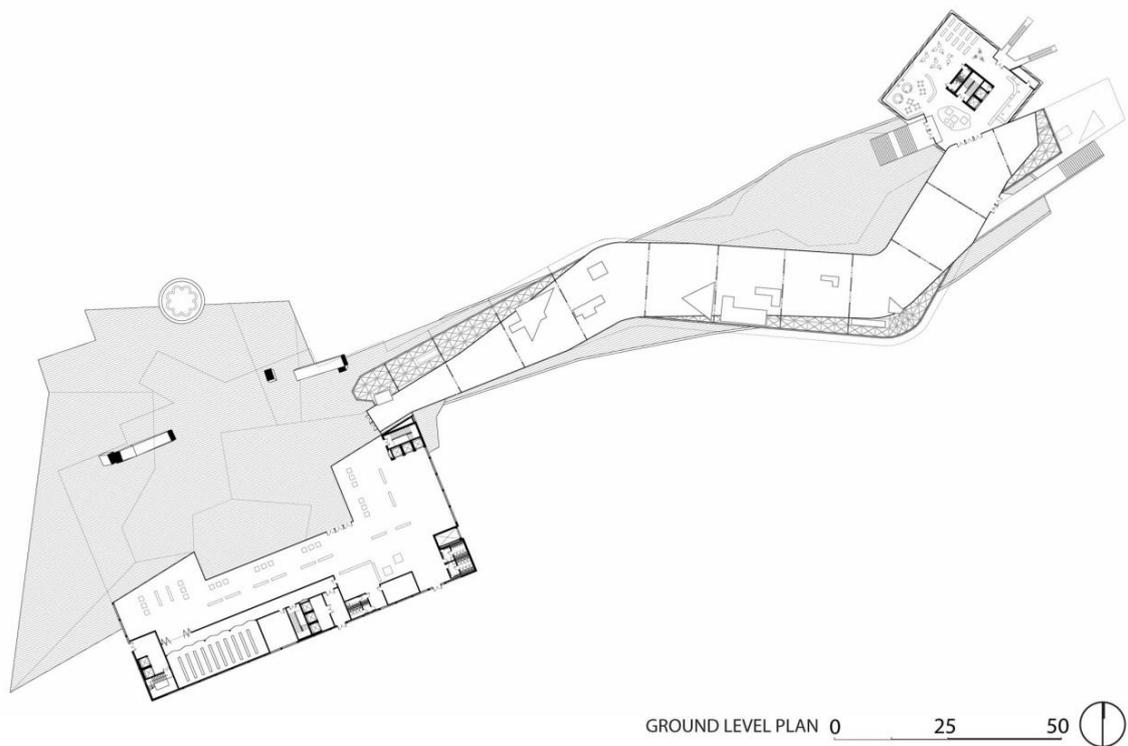
Plan 5 :les différentes phases de l'implantation du projet .Source : <http://www.arch2o.com/wp-content/uploads/2012/12/Arch2O-24-7-Habitable-Bridge-Ayrat-Khusnutdinov-Zhang-Liheng-06.jpg> .(dernier accès le 21/11/2015) .



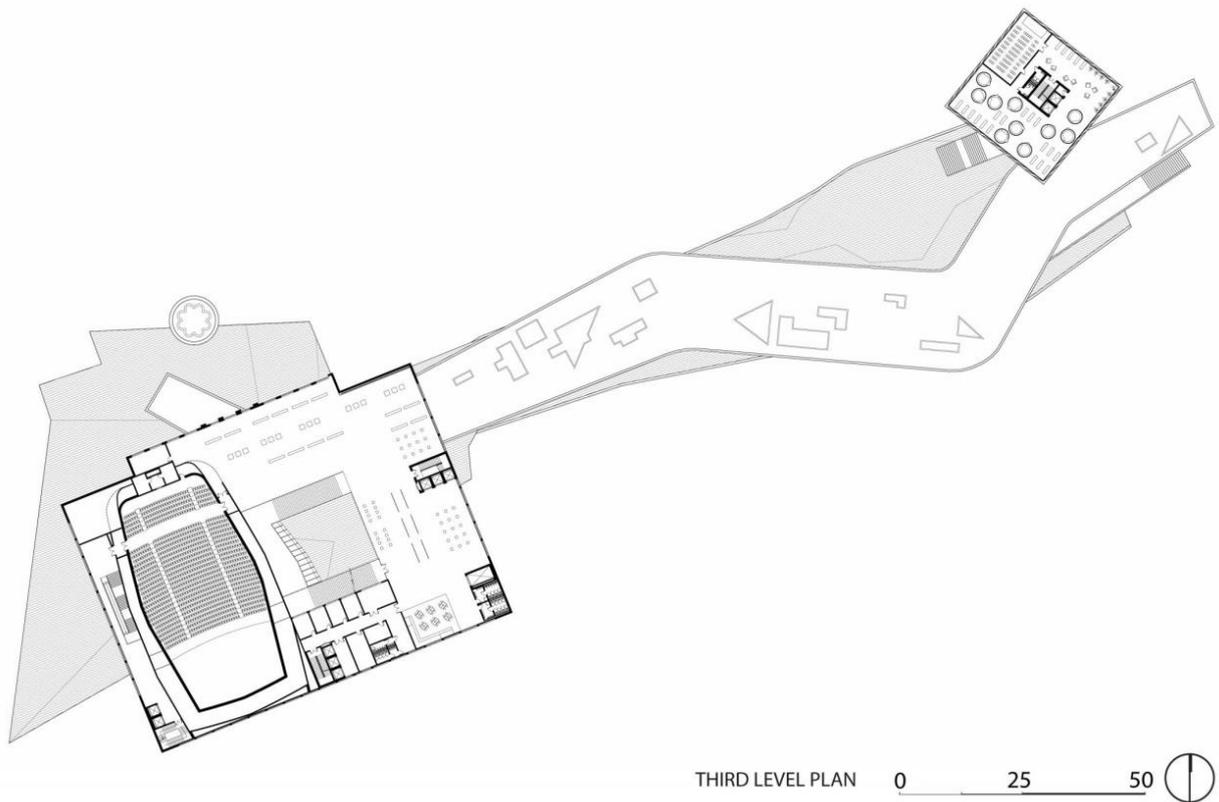
Plan 6 :RDC.Source : <http://www.arch2o.com/wp-content/uploads/2012/12/Arch2O-24-7-Habitable-Bridge-Ayrat-Khusnutdinov-Zhang-Liheng-12.jpg> ,(dernier accès le 21/11/2015)



Plan 7 :1^{er} étage.Source : <http://www.arch2o.com/wp-content/uploads/2012/12/Arch2O-24-7-Habitable-Bridge-Ayrat-Khusnutdinov-Zhang-Liheng-11.jpg>,(dernier accès le 21/11/2015)



Plan 8 :2eme étage .Source : <http://www.arch2o.com/wp-content/uploads/2012/12/Arch2O-24-7-Habitable-Bridge-Ayrat-Khusnutdinov-Zhang-Liheng-10.jpg>,(dernier accès le 21/11/2015)



Plan 9 : 3eme étage .Source :<http://www.arch2o.com/wp-content/uploads/2012/12/Arch2O-24-7-Habitable-Bridge-Ayrat-Khusnutdinov-Zhang-Liheng-09.jpg>,(dernier accès le 21/11/2015)

Exemple 4 : Le vieux pont « Ponte Vecchio » à Florence , Italie :

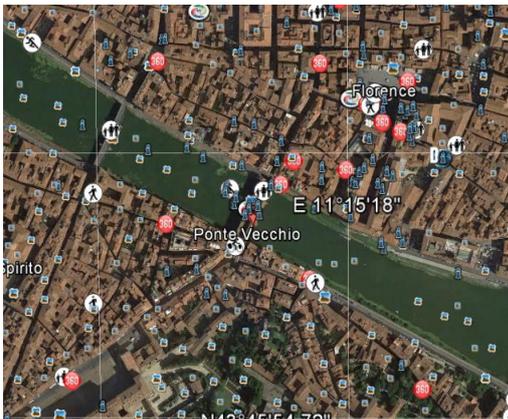


Figure 45: Situation du vieux pont « Ponte Vecchio » de Florence , Italie . Source :google Earth , traitée par l'auteur .



Figure 46: Le pontecchio de Florence , Italie . Source : <http://www.florence-tourisme.com/pontecchio.jpg> .(dernier accès le 21/11/2015)

▪ **Présentation :**

Le Ponte Vecchio, monument emblématique de Florence, est situé sur le fleuve Arno.

L'origine du Ponte Vecchio (Vieux Pont) remonte à la période romaine (120 ap. JC) pour permettre le passage de la via Cassia (une voie romaine antique) sur l'Arno⁵¹. L'état actuel du pont remonte à sa construction durant la période romaine. En 1345 il a été reconstruit entièrement en pierre avec des maisons sur son tablier, ce qui était une pratique courante dans les grandes villes Européennes au Moyen Age. Le Ponte Vecchio fut le seul pont resté indemne lors de la Seconde Guerre Mondiale .

▪ **Caractéristiques⁵² :**

- Portée principale:30 m
- Portées adjacentes:27 m
- Hauteur de l'arc:3.9 - 4.4m
- Tablier largeur de la poutre:32 m

▪ **Programme :**

Les maisons sur le pont servaient initialement d'ateliers et l'on y trouvait un large éventail de commerçants ,43 boutiques au total de :bouchers , poissonniers ,épiciers , tanneurs...etc.

En 1593, le duc Ferdinand Ier décida de les remplacer par des orfèvreries, car les boutiques produisaient trop de déchets et dégageaient de mauvaises odeurs.

Au milieu du pont une placette offre une vue magnifique sur l'Arno et les ponts qui le traversent⁵³.

Aujourd'hui, les maisons font office de bijouteries et de boutiques d'antiquités. Certaines des maisons sur le pont ont été modifiées ,elles possèdent des extensions surplombant le fleuve. Elles sont supportés par de longues poutres de bois, appelées les sporti⁵⁴.

⁵¹ <http://www.florence-tourisme.com/ponte-vecchio.html>,(dernier accès le 21/11/2015)

⁵² <http://structurae.info/ouvrages/ponte-vecchio>,(dernier accès le 21/11/2015)

⁵³ <http://www.florence-tourisme.com/ponte-vecchio.html>,(dernier accès le 21/11/2015)

⁵⁴ <http://www.aviewoncities.com/fr/florence/pontevecchio>,(dernier accès le 21/11/2015)



Figure 47: vue à partir de la ruelle du pont vecchio . Source : http://images.travelpod.com/tw_slides/ta00/cbd/54c/ponte-vecchio-shops-florence.jpg .(dernier accès le 21/11/2015) .

Exemple 5 : 42 ND street inhabited bridge, Manhattan ,New York , Etats Unis :



Figure 48: vue générale du pont de 42nd Street à Manhattan .Source : <https://vimeo.com/42928237>.(dernier accès le 06/01/2016)

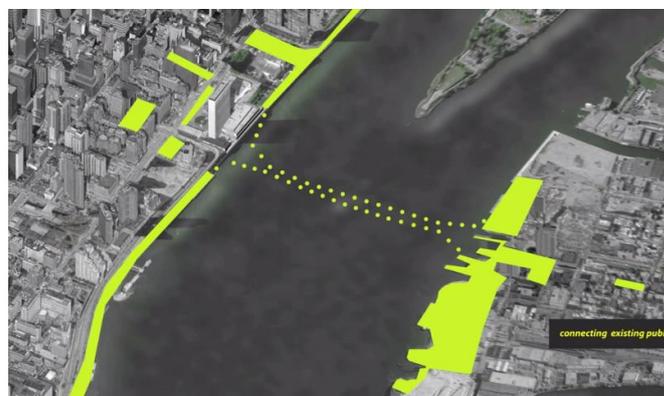


Figure 49: situation du 42nd Street Manhattan.Source : <https://vimeo.com/42928237>.(dernier accès le 06/01/2016)traiter par l'auteur.

▪ **Présentation :**

Le pont de la 42nd street a Manhattan est un concours lancé par le studio Durst/BIG studio , qui s'est soucié de la hausse de la valeur foncière à New York et son impact sur l'évolution urbaine , l'architecte concepteur a remarqué que la valeur d'une propriété a New York est fortement corrélée avec le sentiment de la proximité à la vie dans la rue active : «Les gens viennent à New York pas pour les vues de bord de mer d'îles mais pour sentir une partie du bourdonnement de l'activité⁵⁵ »

Le pont 42nd Street est une solution reliant les deux rives de Manhattan et tend à promouvoir cette spécificité américaine qui est « la vie dans la rue ».

⁵⁵ <http://archinect.com/nickychang/project/42nd-street-inhabited-bridge>(dernier accès le 06/01/2016) .

▪ **Caractéristiques :**

- Longueur : 850m
- 3 appuis
- Transit piéton : 10mn
- Transit mécanique : 3 mn à bicyclette ,3 arrêt de bus ,1 arrêt de métro

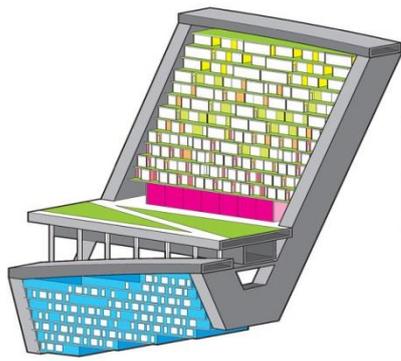
▪ **Programme ⁵⁶:**

- Shopping
- restaurants
- cafeteria +bar
- Programme culturel (salle de cinéma)
- 400 unités de locations
- Des terrasses vertes (publiques ou privées)
- 500 F2
- 98 F3
- 200 F4
- 25 F5 avec terrasses de 205m²



Figure 50:vue sur l'accès piéton du pont 42nd Street. Source : <http://archinect.com/nickychang/project/42nd-street-inhabited-bridge> .jpg .(dernier accès le 08/01/2016).

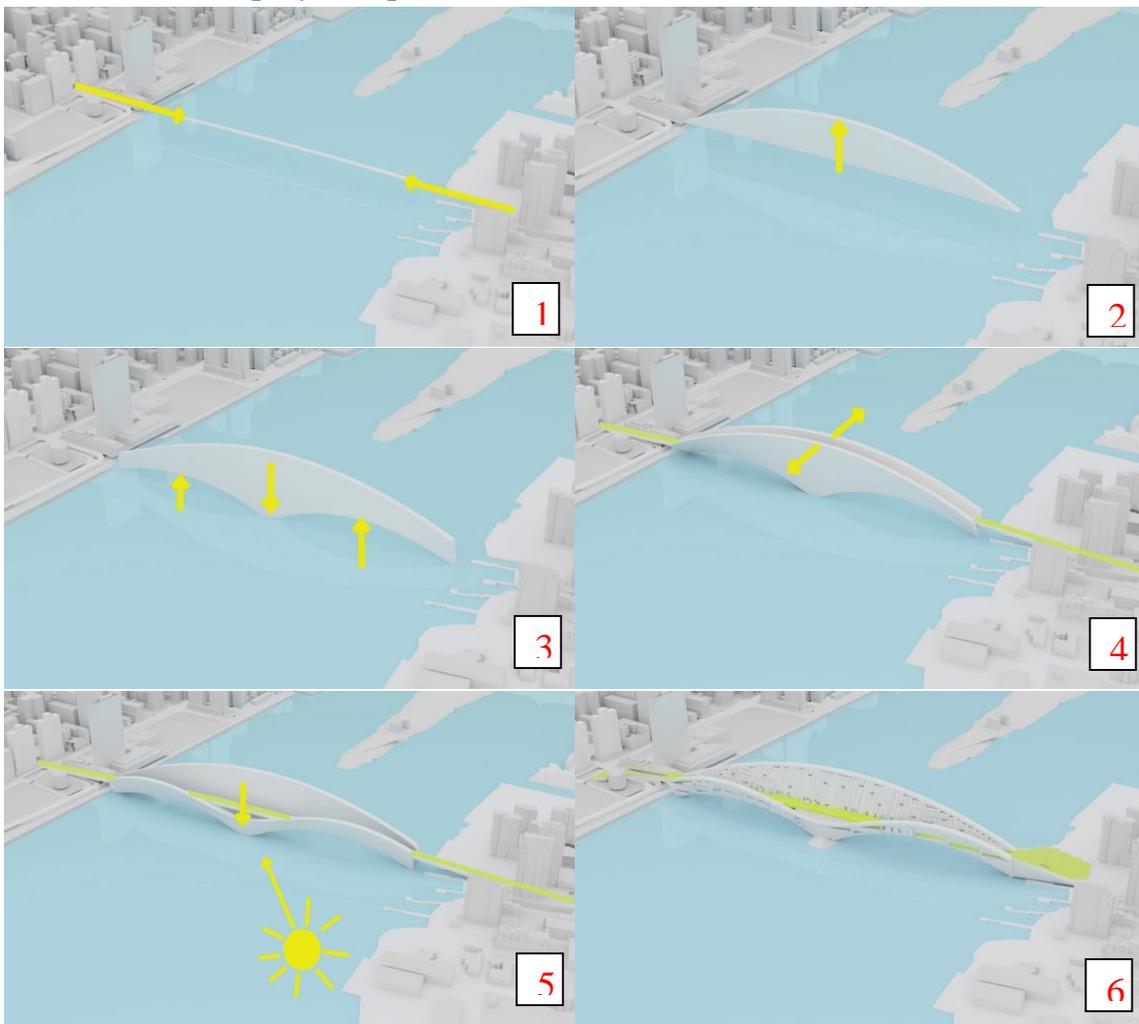
⁵⁶ <https://vimeo.com/42928237>



| | |
|---|---------------------------------|
|  | Espaces verts(privés , publics) |
|  | Cellules d'habitations |
|  | Loisirs et commerces |
|  | Bureaux (profession libérale) |

Figure 51 :programme..Source :<http://archinect.com/nickychang/project/42nd-street-inhabited-bridge.jpg> .
(dernier accès le 08/01/2016)

▪ **Genèse du projet du pont 42nd street Manhattan :**



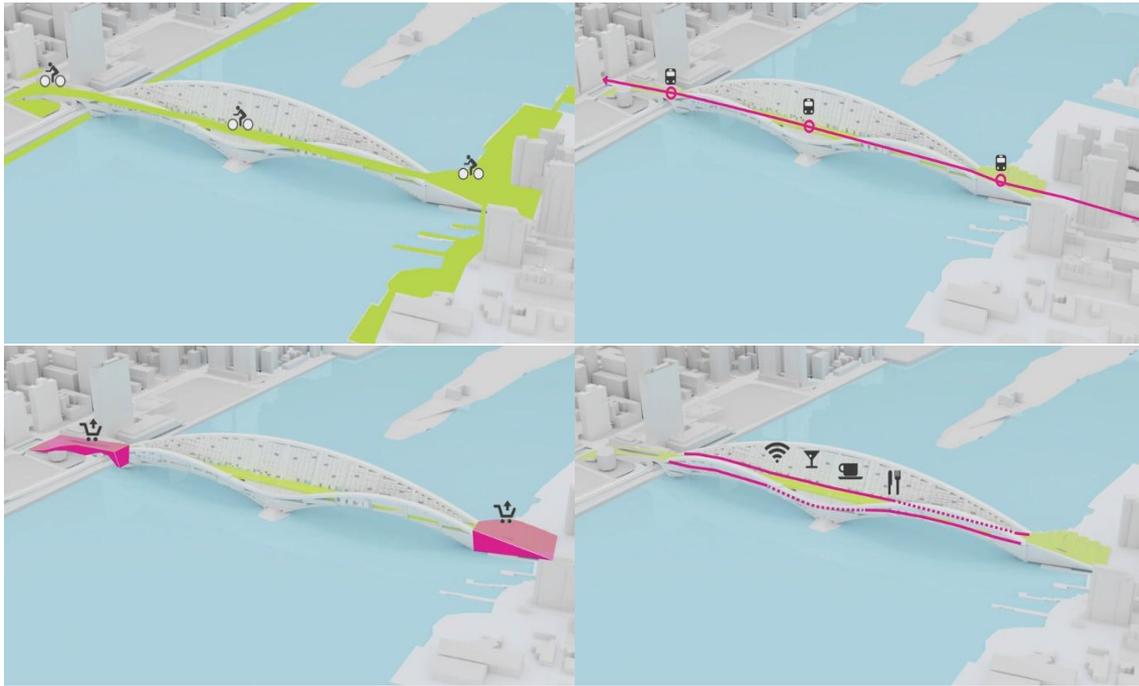


Figure 52: génèse du projet de 42nd street Manhattan. Source : <http://archinect.com/nickychang/project/42nd-street-inhabited-bridge> .jpg. (dernier accès le 08/01/2016).

Exemple 6 : L'immeuble pont BURDEAU   Alger:

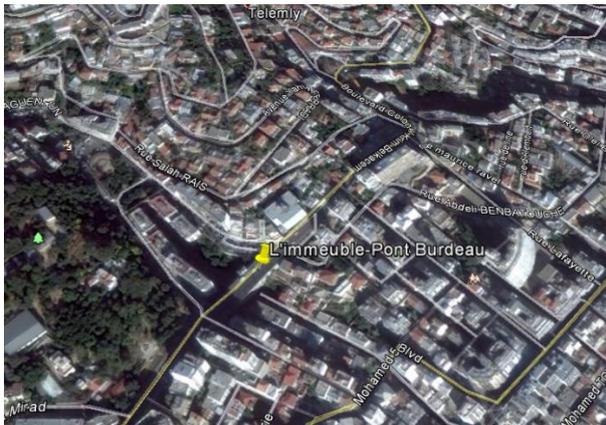


Figure 53 : situation de l'immeuble pont BURDEAU ,Telemly , Alger .Source : Google earth



Figure 54 : perspective de l'immeuble pont de BURDEAU   Alger .Source : prise par l'auteur

▪ **Présentation :**

L'ouvrage a été exécuté par l'architecte L.Pierre Marie en 1952 selon le principe des immeubles viaducs initié par Le Corbusier .Il relie deux points séparés du quartier huppé de la capitale qui est Telemly   Alger .Sa superstructure comporte une chaussée et des trottoirs et son infrastructure est composée de logements et bureaux .Il permet aussi un passage sous son infrastructure .

En matière d'architecture, ce bâtiment est un joyau : il n'en existe que deux au monde. Un à Alger et un au Brésil. A noter que les fondations de cet immeuble se trouvent à la rue Burdeau. Il possède une sortie à la rue Robertseau⁵⁷.



Figure 55 :rue Burdeau Tlemely , Alger .Source : prise par l'auteur

▪ **Caractéristiques :**

Longueur :75m

Largeur :17m

Nombre d'étages :7

▪ **Style et principes constructifs:**

Le pont est de style international des années 50.Il illustre le principe de la fenêtre en bandeau .L'immeuble pont est supporté par 6 piles en béton armé .Il est accessible à partir de la terrasse depuis la rue Robertseau et du RDC depuis la rue Burdeau par le biais d'une tour comprenant la cage d'escalier .



Figure 56: accès au bâtiment depuis la tour .Source : prise par l'auteur

⁵⁷ <http://www.lesoirdalgerie.com/articles/2008/05/26/article.php?sid=68747&cid=4> .(dernier accès le 07/02/2015)

- **Programme :**
- Logements
- Bureaux

3.3 :Tableau récapitulatif de l'analyse des exemples :

| Exemple | Illustration | synthèse |
|------------------------------|---|---|
| Le pont multimédia |  | <ul style="list-style-type: none"> -Division des espaces verts sur ses deux plans ;vertical et horizontal . - Richesse du programme. -Utilisation de nouvelles technologies pour diverses fonctions(panneaux photovoltaïques) . - Métaphore intéressante et contextuelle pour la composition volumétrique . -Favorise le développement technologique. |
| Le pavillon pont |  | <ul style="list-style-type: none"> -Utilisation de matériaux préfabriqués en usine . - Montage de l'ossature à proximité du site d'implantation . -Utilisation de nouvelles technologies pour la régularisation du climat intérieure du pont (panneaux rotatifs) . - Métaphore intéressante et contextuelle pour la composition volumétrique . |
| Le pont habité 24/7 |  | <ul style="list-style-type: none"> - Mixité des fonctions et la richesse du programme pour favoriser la vie en communauté . -Utilisation des toits jardins et des plates formes afin de créer un climat propice . - Composition volumétrique très intéressante intégrant des bâtiments existants . |
| Le vieux pont |  | <ul style="list-style-type: none"> -Maitrise d'un tel ouvrage depuis le moyen âge avec des systèmes de construction locaux . -Fonctionnalité de l'ouvrage jusqu'à nos jours . |
| 42ND street inhabited bridge |  | <ul style="list-style-type: none"> -Liaison des espaces verts publics existants dans la ville . - Meilleure compréhension de l'échelle humaine. -Favorise la vie dans la rue. -Respect du contexte urbain existant. -Favorise la multifonctionnalité . - Diversification du transport urbain . |

| | | |
|--|---|--|
| <p>L'immeuble pont BURDEAU à Alger</p> |  | <p>-Liaison de deux points complètement distincts sur un terrain marécageux . -Un joyau de l'architecture moderne dans le monde entier -Une illustration parfaite d'un pont habité et maitrise d'œuvre depuis plus de 50 ans .</p> |
|--|---|--|

Tableau 4 : récapitulatif des exemples thématiques

3.4.Analyse urbaine:

3.4.1 :Choix de la ville :

Notre choix va porter sur la ville de Tlemcen car c'est une ville où :

- La structure des rues devient insuffisante pour gérer les flux des déplacements automobiles.
- Son développement s'est effectué de façon satellitaire créant ainsi des pôles éclatés sans aucune relation entre eux .
- Les fonctions culturelles et ludiques sont insuffisantes .

3.4.2:présentation de la ville de Tlemcen :

La ville de Tlemcen est située au Nord-Ouest algérien ,à 170Km au Sud-Ouest d'Oran, à 520Km au Sud-Ouest d'Alger , à 40Km de la côte, et est frontalière du Maroc à 76 km à l'Est de la ville marocaine d'Oujda. Tlemcen, érigée dans l'arrière-pays, est distante de 40 km de la mer⁵⁸ .

Deuxième ville de l'Oranie, elle a un climat rigoureux l'hiver et chaud l'été.Outre sa fascinante architecture hispano-mauresque, Tlemcen compte de nombreux sites touristiques et monuments historiques comme Sidi Boumediène , mosquées Almoravides de Tlemcen , Grottes de Aïn Fezza...etc.

⁵⁸ <http://www.zoom-algerie.com/ville-13-Tlemcen.html>

| | |
|----------------------------------|-------------------------|
| Superficie ⁵⁹ | 9017,69 Km ² |
| Nombre de communes ⁶⁰ | 53 |
| Nombre de dairas ⁶¹ | 09 |
| Population(wilaya) | 1 032 067 |

Tableau 5 : spécificités de la ville de Tlemcen.

3.4.3 :Infrastructure de Base⁶² :

3.4.3.1 : Réseau routier :

La Wilaya de Tlemcen gère 4 188 Km de routes se répartissant comme suit :

- 100 Km d'Autoroutes
- 764 Km de routes nationales
- 1 190 Km de chemins de Wilaya
- 2 134 Km de chemins communaux

3.4.3.2: les motifs ayant engendré la révision du PDAU⁶³:

-En l'espace d'un siècle et demi, l'urbanisation a prélevé 800 hectares de terres , alors qu'en l'espace de seulement 26 dernières années le prélèvement, est d'environ 1500 hectares donc l'objectif est de préserver les terres agricoles.

-L'agglomération de Tlemcen a connu une croissance spatiale considérable durant les années quatre vingt et continue de s'accroître démesurément. Cette croissance a touché presque toute la zone périurbaine, en particulier de l'Ouest à l'Est,avec une population néo-citadine installée dans des lotissements, et au niveau des zones d'habitat urbain nouvelles (ZHUN)

-Ces sites et noyaux se concentrent sur une ceinture périphérique qui s'étire de manière discontinue d'Est en Ouest tout au long de la rocade. Dans la majorité des cas la réalisation des équipements et la construction, ne sont pas synchroniques. Ainsi, loin d'être homogène, cette ceinture d'habitat péri-urbaine renferme des quartiers en difficulté qui nécessitent leur intégration.

-L'inadéquation entre l'extension urbaine matérialisée essentiellement par le logement ces dernières années et le déficit en matière d'infrastructures de liaisons⁶⁴.

⁵⁹ <http://www.andi.dz/PDF/monographies/Tlemcen.pdf> . PAGE 04

⁶⁰ IBID .PAGE 05

⁶¹ IBID. PAGE 05

⁶² IBID PAGE 11

⁶³ Etude de révision et d'aménagement du plan d'urbanisme rapport final.direction de l'urbanisme et de la construction . avri2007. PAGE 10...16

⁶⁴ Etude de révision et d'aménagement du plan d'urbanisme rapport final.direction de l'urbanisme et de la construction . avri2007. PAGE 21

3.4.4 :Les nouvelles orientations du PDAU ⁶⁵:

3.4.4.1 :Le parti d'aménagement et d'urbanisation au niveau du groupement de Tlemcen:

Le parti d'aménagement et d'urbanisation retenu, repose sur un développement urbain polycentrique centré sur les pôles existants et en cours de formation (Champ de tir, Boudjlida, Koudia, Abou Tachfine...), l'ensemble est entrecoupé d'espaces naturels ou « coulées vertes »

3.4.4.2 :Les principes de base et les stratégies d'accompagnement pour l'aménagement du groupement :

- Les infrastructures routières et ferroviaires :

- Pour la rocade 'inter quartier' : il s'agit de réexaminer le tracé à partir de Docks silos jusqu'à la RN22.

- L'organisation et la régulation des déplacements urbains :

-La restructuration de réseau routier, des schémas de circulation des transports en commun et la mise en place de rues piétonnières.

- La maîtrise de la qualité de l'urbanisation

-L'aménagement des espaces extérieurs.

-Le stationnement.

-L'aménagement des espaces verts.

- Les équipements structurants :

La ville de Tlemcen dispose d'atouts lui permettant d'assurer des fonctions métropolitaines en complémentarité avec celle d'Oran. Cette fonction doit, s'appuyer sur un certain nombre d'équipements à caractère culturels et scientifiques, permettant à Tlemcen de s'affirmer en tant que pôle structurant à l'échelle de la région voir même du bassin méditerranéen.

3.5.Analyse du site:

3.5.1:Situation :

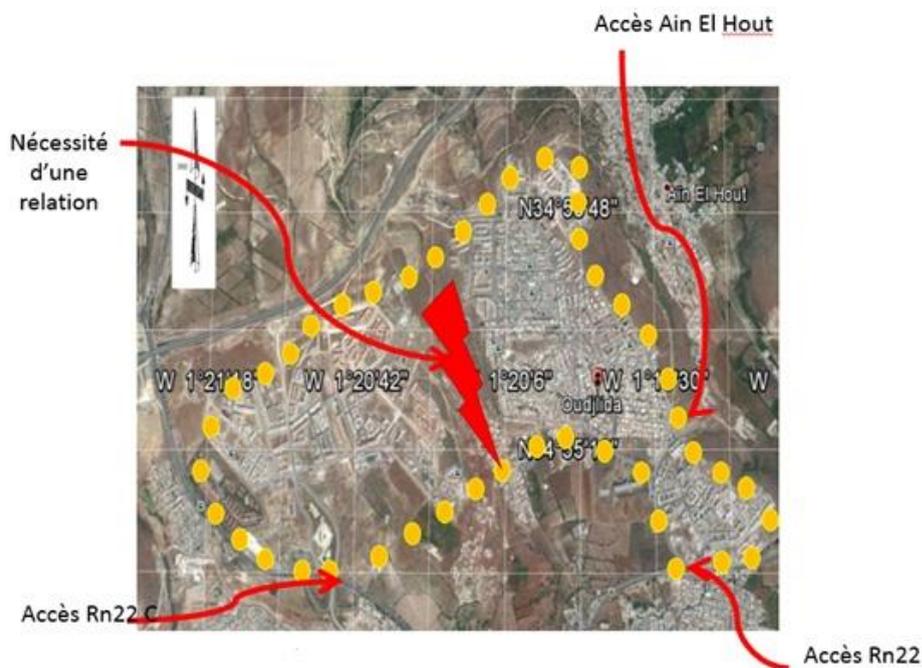
Le site d'Oudjlida et Boudjlida représente l'extension nord de Tlemcen ,il est considéré parmi les principaux pôles urbains.

⁶⁵ Etude de révision et d'aménagement du plan d'urbanisme rapport final.direction de l'urbanisme et de la construction . avri2007. PAGE 121..122



Carte 1: situation des entités d'étude par rapport à la ville de Tlemcen .Source :Google earth (traitée par l'auteur)

3.5.2: Accessibilité aux entités d'étude : le site d'étude se situe entre les deux entités de Oudjlida et Boudjlida qui sont accessibles par la RN22C , la RN22 et depuis Ain El Houtz.



Carte 2: les différents accès aux entités d'étude.Source : Google Earth (traitée par l'auteur)

3.5.3: Accessibilité au site : Le site est accessible par les deux entités qui le bordent Oudjlida et Boudjlida par le biais de deux axes structurants doubles voies.

Le site est visible depuis :Oudjlida , Boudjlida ,l'autoroute Est-Ouest et la rocade N22 .



Carte 3: Accessibilité au site .Source :Google earth (traitée par l'auteur)

3.5.4: Topographie :

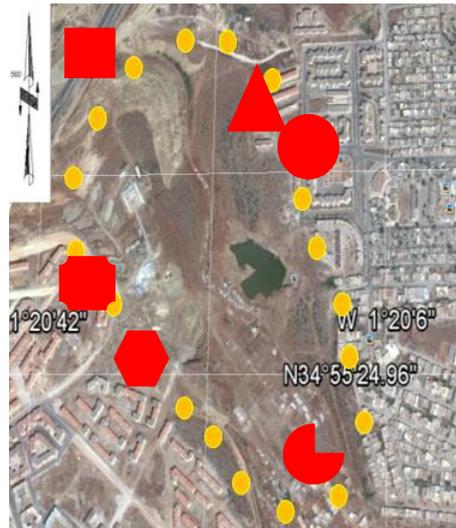
Le terrain représente une crevasse ,dont le niveau des deux points hauts est à 605m d'altitude et le point le plus bas de la crevasse est à 569m, donc une différence de niveau de 36m.



Carte 4 :carte reliant les deux axes structurants .Source :Goggleearth (traitée par l'auteur).

3.5.5 :Environnement immédiat :

L'environnement immédiat du site , est constitué au Nord de terrains vagues et de l'autoroute Est-Ouest ,à l'Est d'une cité d'immeubles d'habitations et un terrain combiné d' Oudjlida ,au Sud de terrains vagues et de constructions illicites et à l'Ouest d'immeubles habitations et l'équipement des 200 locaux à Boudjlida .



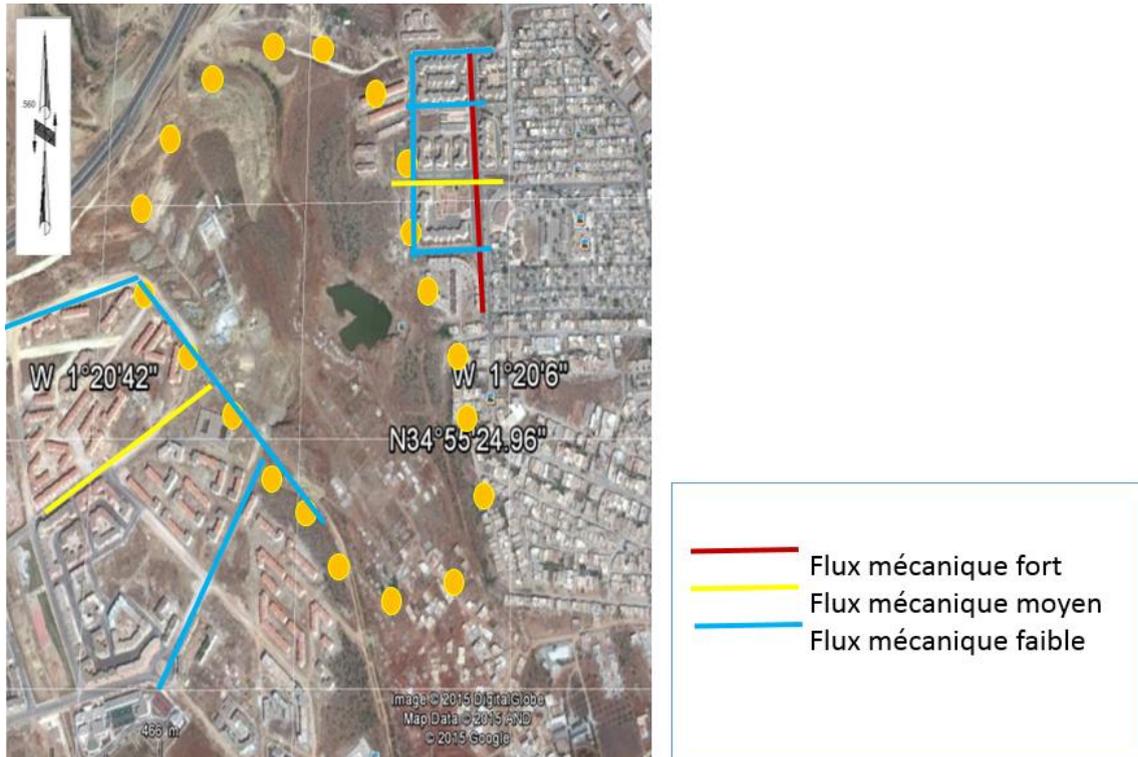
Carte 5:environnement immédiat .Source :Google Earth (traitée par l'auteur)

| | | |
|---|--|---|
|  |  <p>Figure 57 :Vue sur l'autoroute Est-Ouest .Source :prise par l'auteur.</p> | <p>L'autoroute Est Ouest</p> |
|  |  <p>Figure 58,Figure 59 :Habitat collectif à Oudjlida. Source :prise par l'auteur.</p> | <p>Immeubles d'habitations Oudjlida</p> |
|  |  <p>Figure 60 :Terrain combiné Oudjlida . Source :prise par l'auteur.</p> | <p>Terrain combiné</p> |

| | | |
|--|---|--|
|  |  <p data-bbox="304 573 1015 607">Figure 61 :les 200 locaux de Boudjlida. Source :prise par l'auteur.</p> | <p data-bbox="1137 197 1270 226">200 locaux</p> |
|  |  <p data-bbox="316 936 1003 969">Figure 62 :habitat collectif Boudjlida. Source :prise par l'auteur.</p> | <p data-bbox="1123 680 1284 786">Immeubles d'ahbitations Boudjlida</p> |
|  |  <p data-bbox="319 1368 1003 1402">Figure 63 :habitat illicite Boudjlida. Source :google earth .</p> | <p data-bbox="1099 1151 1307 1218">Habitation illicite à Oudjlida</p> |

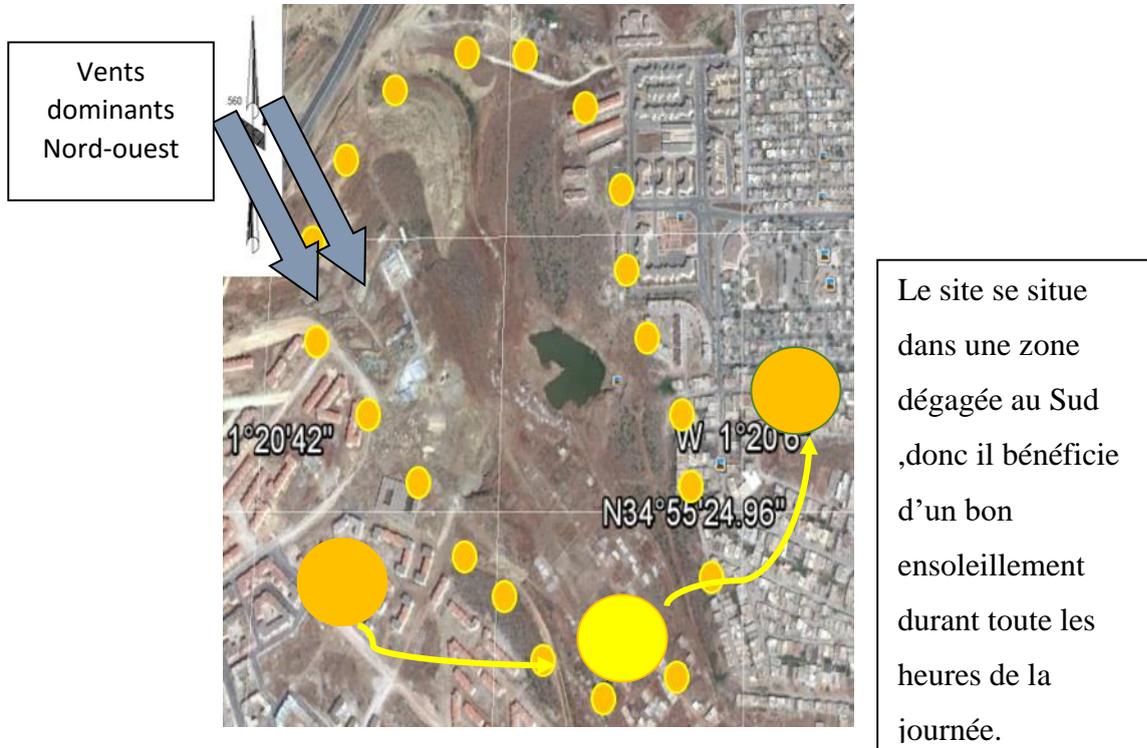
3.5.6 :Flux et circulation :

Le terrain est limité par deux voies très larges (boulevards);celle d'Oudjlida à flux mécanique moyen et celle de Boudjlida qui est encore en cours de travaux à flux mécanique moyen aussi , mais qui tendent à devenir toutes les deux , des voies à flux très fort surtout avec notre futur projet qui va non seulement les relier mais va créer aussi une dynamique entre les deux .



Carte 6 :Analyse des flux . Source :Google earth(traitée par l'auteur)

3.5.7 :Analyse climatique :



Carte 7 :analyse climatique du site . Source :Google Earth (traitée par l'auteur)

3.5.8 :Architecture environnante (gabarits , styles , systèmes constructifs) :

- Le gabarit maximum est de R+5 sur l'environnement immédiat
- Le système constructif des bâtiments environnants est le système classique (poteau – poutre)
- L'aspect architectural des bâtiments environnants est mixte : architecture moderne avec quelque éléments arabo-mauresques .
- les équipements environnants qui constituent des éléments de repère sont :



1 :centre commercial.
Source :prise par l'auteur

2 :200 locaux à Boudjlida
Source :prise par l'auteur

3 :terrain combiné .
Source :prise par l'auteur



Carte 8:équipements environnants .Source :Google earth(traitée par l'auteur)

4.5.9 :Synthèse :

Le site représente une enclave de plus de 36m de profondeur ce qui va nous permettre d'intégrer une structure massive qui pourra supporter l'ouvrage tout en s'intégrant au terrain accidenté .

Le site permet une visibilité des accès au projet .Ce dernier sera complémentaire aux équipements existants sur les deux pôles.

Cette analyse nous a permis de récolter des données fondamentales qui nous permettront de mieux intégrer le projet dans le site et dans son environnement.

4.Chapitre IV : Approche programmatique

4.1 :Introduction :

« Programmer c'est qualifier plutôt que quantifier » H-Ch BARNADES

La programmation est un acte de construire un équipement , d'aménager un espace public de réhabiliter un bâtiment ...Ne répond pas à une science exacte .Il se développe très souvent dans un mode prévisionnel , où l'évaluation prend une part importante : la démarche de programmation cherche à répondre à cette réalité⁶⁶ .

4.2 :Programme qualitatif :

Le projet en question , en plus de sa fonction de franchissement , va être plurifonctionnel , donc il comportera les fonctions ;transitoire, culturelle , ludique , sportive, commerciale , restauration et d'autres services .

❖ **Accès et lien au territoire :**

Le lien d'un pont habité au territoire est un point déterminant et primordial dans la programmation .Dans notre projet , le lien va être ;

- Horizontal :constitue un lien unique qui reprend le niveau des deux extrémités du pont et permet de prolonger sans interruption la voirie au-dessus de la dépression .
- Vertical :par l'intermédiaire des piles habitées en accédant du lac artificiel par des quais .

❖ **Accueil :** les fonctions comporteront chacune son accueil , puisque dans le cas de notre projet ce n'est pas un projet regroupé comportant un seul accueil principal .

❖ **Bibliothèque :**il existe 3 types de bibliothèque :publique (BP), scientifique , nationale , et spéciale .Dans notre cas c'est une bibliothèque publique , offrant un large choix de littérature et d'autres supports médiatiques , si possible en grande partie en libre accès , ouvrage couvrant les besoins de toutes les couches de la population et de tous les âges⁶⁷ .

⁶⁶ La programmation en architecture et en aménagement ,concevoir et agir pour une opération de qualité, Conseil d'Architecture, d'Urbanisme et d'Environnement de la Seine-Maritime,URL :http://www.caue76.org/IMG/pdf_Programmation_architecturale.pdf

⁶⁷ Neufert , 10^{ème} édition française et augmentée ,edition le Moniteur , page 294, ISBN :9782100543175



Figure 63: bibliothèque publique. Source : http://www.musee-gruerien.ch/content/upload/bibliotheque/images/biblio_1.jpg .(dernier accès le 26/12/2015)

❖ **Ateliers** : Lieu de travail commun d'artistes , d'ouvriers , d'étudiants , ...

Atelier de broderie

Atelier de cuisine

Atelier de dessin

Atelier de poterie

Atelier de musique



Figure 64: atelier de cuisine . Source : http://projet.setam.com/data/realisation/65/armoire-formule1_medium.jpg .(dernier accès le 26/12/2015)

❖ **Salle de cinéma**: Lieu où sont projetés des films cinématographiques .



Figure 65 : Salle de projection. Source : https://www.google.dz/search?q=salle+de+cinema+architecture&biw=1600&bih=775&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi2qMK4mLvMAhXIXBQKHfz7A6IQ_AUIBigB&dpr=1#imgrc=PMnDno__KRdYvM%3A . (dernier accès le 05/01/2016)

- ❖ **Ludothèque** : Local comportant une collection de jeux, de jouets qu'un organisme met à la disposition du public, en particulier des enfants ⁶⁸.



Figure 66 : ludothèque de Miramas .Source :

http://www.miramas.org/sites/default/files/styles/grid_6_normal/public/ludo.jpg?itok=2B0p9K4b .(dernier accès le 05/01/2016)

- ❖ **Restaurants**⁶⁹ :établissement commercial où l'on sert des repas contre paiement .Il existe ;des cafétérias ou fastfood , des restaurants classiques , des restaurants gastronomiques , des restaurants d'entreprises ou de collectivité , de traiteur et banquet. Dans notre projet nous intégrerons :

Cafétérias et fastfood : service "au comptoir". il n' y a pas de bar et les clients ne sont pas servis à table. Ils prennent un plateau. On y vend des produits conditionnés à l'unité (sandwiches, assiettes), des boissons Il y a toutes sortes de clientèles, des jeunes aux cadres d'entreprises...

- ❖ **Garderie** : surveillance collective d'enfants ; local où s'effectue cette garde⁷⁰.

⁶⁸ <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/ludoth%C3%A8que/48017> .(dernier accès le 25/12/2015)

⁶⁹ <http://twipac.com/metiersdutourisme.fr/web/SERVICE.pdf> .(dernier accès le 25/12/2015)

⁷⁰ <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/garderie/36134> .(dernier accès le 25/12/2015)



Figure 67: garderie "La Maison des Lutins" à Martignas ,Bordeaux .Source :http://www.ville-martignas.fr/uploads/pics/halte_garderie__2_.jpg .(dernier accès le 05/01/2016)

- ❖ **Crèche** : Établissement destiné à recevoir les enfants de moins de trois ans dont les pères et mères travaillent⁷¹.
- ❖ **Infirmierie** : Local aménagé dans un établissement non hospitalier, destiné à recevoir et à soigner les malades, les blessés⁷².
- ❖ **Hall d'exposition** : Salle de dimensions importantes dans laquelle se tiennent des expositions et qui est exploitée par des établissements privés ou publics⁷³.



Figure 68: hall d'exposition .Source : <http://thumbs.dreamstime.com/z/hall-d-exposition-7044360.jpg> .(dernier accès le 05/01/2016)

- ❖ **Magasins** : Établissement de commerce plus ou moins important, où l'on vend des marchandises en gros ou au détail⁷⁴.

Notre projet compte :

Magasin d'habillement Hommes

⁷¹ <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/cr%C3%A8che/20306> .(dernier accès le 05/01/2016)

⁷² <http://www.cnrtl.fr/definition/infirmierie> .(dernier accès le 05/01/2016)

⁷³ http://academie-des-sciences-commerciales.org/dictionnaire_new/definition.php?id=3868 .(dernier accès le 05/01/2015)

⁷⁴ <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/magasin/48516>

Magasin d'habillement femme
Magasin d'habillement enfants
Magasin de chaussures
Magasin de matériels informatique
Maroquinerie
Bijouterie
Fleuriste
Artisan cordonnier
Artisan tailleur
Epicerie
Librairie
Magasin de cosmétique
Magasin d'électroménagers
Magasin articles de sports
Pharmacie
Pressing
Photographe
Clé minute

❖ **Salle d'arts martiaux** :Salle de sport où se pratiquent les applications de techniques martiales .

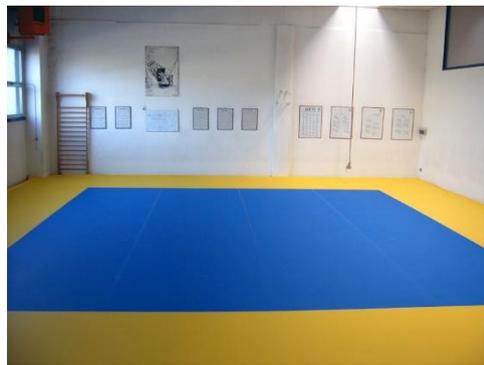


Figure 69 :Salle d'arts martiaux .Source : http://www.palestrasportsteamtreviso.it/web/wp-content/uploads/2012/05/Tatami_Judo_web01.jpg (dernier accès le 05/01/2016)

❖ **Salle de tennis de table** :c'est un sport qui consiste à renvoyer une balle pardessus un filet au moyen d'une raquette sur une table (Ping pong)



Figure 70 : salle de tennis de table .Source :<http://www.argeles-tennisdetable.fr/wp-content/uploads/2009/08/nouvelle-salle-aout2009-005.jpg> (dernier accès le 05/01/2016)

❖ **Salle de musculation** :salle équipée d'appareils de musculation et de sport.



Figure 71:salle de musculation à Perpignan.Source : http://www.le-gym.fr/files/9613/6144/0395/salle_de_sport.jpg .(dernier accès le 05/01/2016)

❖ **Salle de jeux vidéos**:c'est une salle munie de jeux vidéos .



Figure 72:Salle de jeux à Disney Land Paris .Source : http://i.skyrock.net/5457/93075457/pics/3249907996_1_3_fkNlfy4u.jpg .(dernier accès le05/01/2016)

❖ **Espace de jeux pour enfants** : salle de structures en PVC ou nylon, et composées essentiellement d'air. Ils visent à accueillir des enfants pour les jeux .



Figure 73:Salle de jeux gonflables .Source :<http://www.agrumesproductions.net/wp-content/uploads/2015/04/chateau-gonflable-1.jpg> .(dernier accès le 05/01/2016)

- ❖ **Sauna** : local indépendant ou aménagé à l'intérieur d'un bâtiment dans lequel on prend un bain de chaleur sèche à une température comprise entre 70°C et 100°C , pour son bien-être et sa santé⁷⁵



Figure 74:sauna .Source :https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d6/Highgrove_Sauna.jpg . (dernier accès le 05/01/2016)

- ❖ **Hammam** : un bain de vapeur humide.



Figure 75: hammam .Source :<http://www.rabatchauffage.com/images/riad-anyssates-hammam.jpg> .(dernier accès le 05/01/2016)

- ❖ **Bowling** :Jeu de quilles sur piste d'origine américaine.

⁷⁵ Neufert , 10^{ème} édition française et augmentée , edition le Moniteur , page 420, ISBN :9782100543175

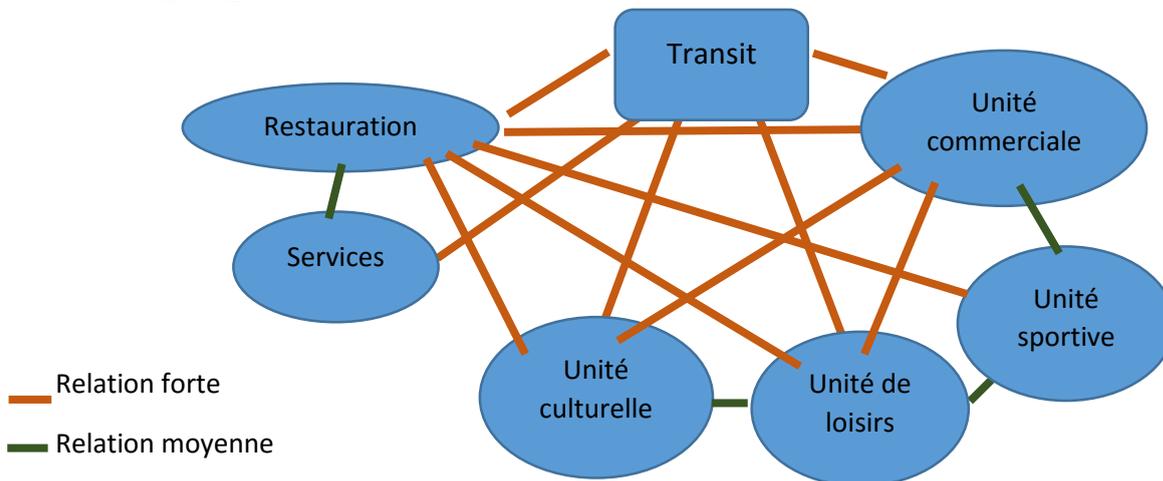


Figure 76:bowling .Source :

https://lh3.googleusercontent.com/8IPq3N7I11ZiJexsdgS8JMiJBqG387Dpo0zuaPhTTX8q_ZZNHm0wYZFIahlziZxLQ=h900 . (dernier accès le 05/01/2016)

❖ **Musalla** : lieu de prière islamique temporaire .

4.3 :Organigramme fonctionnel :



4.4 :Programme surfacique :

❖ **Salle de tennis de table**⁷⁶ :surface nécessaire pour une table de tennis 6mX12m=72m

Pour deux tables :72X2=144m²

❖ **Salle de musculation**⁷⁷ :

10 Rameurs :10X1.56m²=15.6m²

10 Vélos d'intérieur :10X0.4m²=4m²

10 Planches pour abdominaux avec monture pour traction et échelle :10X2=20m²

10 Centres d'exercices multiples :10X2.1=21m²

8 Appareils de traction :8X1.45m²=11.6m²

8 Handroller :8X0.5=4m²

10 Appareils de flexion de jambes :1.8X10=18m²

⁷⁶ Neufert , 10^{ème} édition française et augmentée ,edition le Moniteur , page 406, ISBN :9782100543175

⁷⁷ IDEM, page 407

10 Appareils pour les haltères 10X2=20m²

Total :114.2+20%=138m²

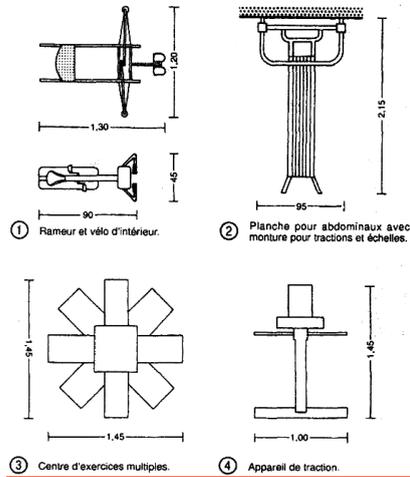


Figure 77 :dimensions des appareils de sport .Source : Neufert , 10^{ème} édition française et augmentée ,edition le Moniteur , page 407, ISBN :9782100543175

❖ **Salle d'arts martiaux**⁷⁸ :longueur 9/10m

Largeur 9/10

Zone supplémentaire sur les cotés latéraux et frontaux :2m

Surface tatami :9X9=81m²

Surface salle :81+(2X9)+(2X9)+20%=146m²

❖ **Douches pour salles de sport :**

Hommes : 32cabines de 1.2m²+20% → total :47m²

Femmes : 32cabines de 1.2m²+20% → total :47m²

❖ **Vestiaires pour salles de sport:**

Hommes :40 casiers de 0.3m²+20m² pour habillement +20% →total :39m²

Femmes :40 casiers de 0.3m²+20m² pour habillement +20% →total :39m²

❖ **Crèche**⁷⁹ :entre 20 et 25 enfants

Surface utile par enfant (dortoirs) 3m²→60m²

Surface utile par enfant (atelier)2.5m²→50m²

Surface utile par enfant (salle de restauration) :2m²→40m²

Sanitaires :3 cabines filles X1.5m²=4.5m²+ 1 cabine PMR X2.15m²→6.65m²

3 cabines garçons X1.5m²=4.5m²+ 1 cabine PMR X2.15m²→6.65m²

⁷⁸ IDEM, page 399

⁷⁹ IDEM, page 339

1 bureau de gestion : 40m²

1 salle de jeux : 2m²X20enfants = 40m²

1 cuisine minimum 13m²

Total = 256m² + 20% = 308m²

❖ **Garderie** : 20 enfants

Surface utile 1.5m² à 4m² → total : 30 à 80m²

❖ **Hammam** : 40 personnes

Surface utile 3m² = 120m² + 20% = 144m²

❖ **Sauna** :

Cabine de 2 à 3 personnes : 1.65m² par personnes → 3.30 à 4.95m²

Espace de repos : 15m²

Total : 3.30m² X 8cabines + 15m² + 20% = 50m²

❖ **Douches pour salle de remise en forme** : 14 cabines de 1.1m² + 20% → total : 20m²

❖ **Vestiaires pour salle de remise en forme** : 25 casiers de 0.3m² + 20m² pour habillage + 20%
→ total : 33m²

❖ **Chambre tiède ou chambre de repos** : 27m² pour 15 personnes

Donc pour 40 personnes → 72m²

❖ **Infirmierie**⁸⁰ : de 20 à 25m²

❖ **Salle de cinéma 7D**⁸¹ : 1.65m² par personnes → 1.65m² X 50 personnes + 20% = 99m²

❖ **Salle de massage** : surface utile par personne : 3m²

Pour 9 personnes : 3 X 9 + 20% = 33m²

❖ **Salle de coiffure** : de 100m² à 200m²

❖ **Salon d'esthétique** : de 50 m² à 75m²

❖ **Onglerie** : de 20m² à 50m²

❖ **Ludothèque** : entre 150 m² et 700m² selon son envergure culturelle , sociale ou éducative voire thérapeutique .

Vestiaire : 5m² à 8m²

Espace accueil : 2 postes de 5m² = 10m²

Salle d'animation : 20 à 30m²

Espace de présentation des jeux et jouets à emprunter : 4 espaces de 50m² (jeux d'exercice , jeux d'assemblage , jeux symboliques , jeux de règles)

⁸⁰ Neufert , 8^{ème} édition française et augmentée , édition le Moniteur , page 320, ISBN : 2100057596

⁸¹ <http://french.5dmovietheater.com/sale-7671690-entertaining-motion-simulator-movie-3d-film-theater-4d-5d-6d-7d-cinema-system.html> (dernier accès le 02/05/2016)

La salle de médiation culturelle : minimum 50m²

L'espace de jeux sur place :

*Tables de jeux : 5m² X 12 tables + 20% = 72m²

*Coin de jouets : 50m²

Bureau de gestion et comptabilité : 40m²

Total : 8+10+30+200+50+72+50+20% = 505m²

❖ **Bowling**⁸² :

Réception : 20m²

4 pistes : 9m X 27m = 243m²

Salle de rangement de chaussures : minimum 30m²

Zone d'élan : 100m² pour 4 pistes

Espace spectateurs : 90m²

Bureau de gestion : 30m²

Total : 20+243+25+100+90+30+20% = 609m²

❖ **Moussalla**⁸³ : 0.96m² par personne .

Hommes : 0.96 X 100 personnes + 20% = 115m²

Femmes : 0.96 X 80 personnes + 20% = 93m²

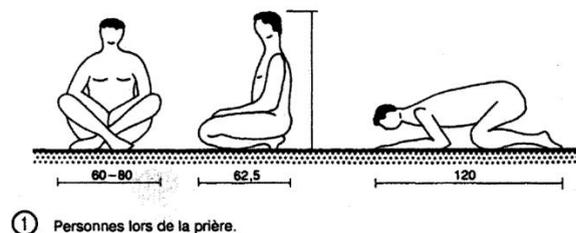


Figure 78 : Dimensions d'une personnes lors de la prière .Source : Neufert , 8^{ème} édition française et augmentée ,édition le Moniteur , page 504

❖ **Salle de lecture du coran** : 75m²

❖ **Ateliers** :

*Broderie : entre 50 et 80m²

*Musique⁸⁴ :

30m² pour 15 personnes → pour 40 personnes = 80m²+20% = 96m²

⁸² Neufert , 8^{ème} édition française et augmentée ,édition le Moniteur , page 540, ISBN : 2100057596

⁸³ Neufert , 8^{ème} édition française et augmentée ,édition le Moniteur , page 504, ISBN : 2100057596

⁸⁴ Guide national d'équipement du pole ressources des lycées ,Avril 2011, page 14 , URL : <https://extranet-lycee.regionpaca.fr/DOCU/DOCS//R%C3%A9f%C3%A9rentiels%20Lyc%C3%A9es/02-Guides%20fonctionnels/Pole%20ressources%20-%20GRES/R%C3%A9f%C3%A9rentiel%20Vie%20lyceenne.pdf> (dernier accès le 03/05/2016)

*Dessin : 2.70m^2 par personne $\rightarrow 2.7\text{m}^2 \times 12$ personnes = 33m^2

Rangement : 8m^2

Total : $8+33+20\%=50\text{m}^2$

*Cuisine⁸⁵ :

Espace de préparation et de nettoyage $24.5\text{m} \times 4\text{m}=98\text{m}^2$

Chambre froide : 10m^2

*Poterie : Espace de travail et de nettoyage : $24.5\text{m} \times 4\text{m}=98\text{m}^2+20\%=117\text{m}^2$

❖ **Services**⁸⁶ :

6 bureaux d'une personne : minimum $11\text{m}^2 \times 6=66\text{m}^2$

6 guichets de deux personnes : minimum $11\text{m}^2 \times 6=66\text{m}^2$

❖ **Magasins**⁸⁷ :

19 Magasins spécialisés ; une famille de produits avec vente au comptoir .Normes de 50m^2 à 500m^2

❖ **Snack** :

Cuisine : minimum 30m^2

Aire de restauration ; 2.15m^2 par personne $\rightarrow 2.15\text{m}^2 \times 32$ personnes + $20\%=83\text{m}^2$

Dépôt et chambre froide : 0.06m^2 par place assise $\rightarrow 0.06\text{m}^2 \times 32$ places + $20\%=2.5\text{m}^2$

Total : $30+83+2.5+20\%=139\text{m}^2$

❖ **Cafétéria** : à partir de 220m^2 pour vente et consommation

❖ **Pâtisserie** : à partir de 220m^2 pour vente et consommation

❖ **Salle de jeux vidéos pour adultes**⁸⁸:

8 jeux vidéos de $0.5\text{m}^2=4\text{m}^2$

8 flippers de $0.72\text{m}^2=5.76\text{m}^2$

10 stands de machines de simulation vidéo $1.68\text{m}^2=16.8\text{m}^2$

10 jeux de société de $2.14\text{m}^2=21.4\text{m}^2$

5 simulateurs de conduite de $2.04\text{m}^2=10.2\text{m}^2$

3 tables de billard de $3.9\text{m}^2=11.7\text{m}^2$

Réception : 15m^2

Total : $4+5.76+16.8+21.4+10.2+11.7+15+20\%=102\text{m}^2$

❖ **Hall d'exposition** : minimum 200m^2

⁸⁵ Normes et standards des constructions scolaires, Source : <http://unesdoc.unesco.org/images/0007/000701/070131fo.pdf>. (dernier accès le 02/05/2016)

⁸⁶ <https://www.service-public.fr/professionnels-entreprises/vosdroits/F24505> .(dernier accès le 02/05/2016)

⁸⁷ Neufert , 10^{ème} édition française et augmentée , édition le Moniteur , page 302, ISBN :9782100543175

⁸⁸ Neufert , 10^{ème} édition française et augmentée , édition le Moniteur , page 423, ISBN :9782100543175

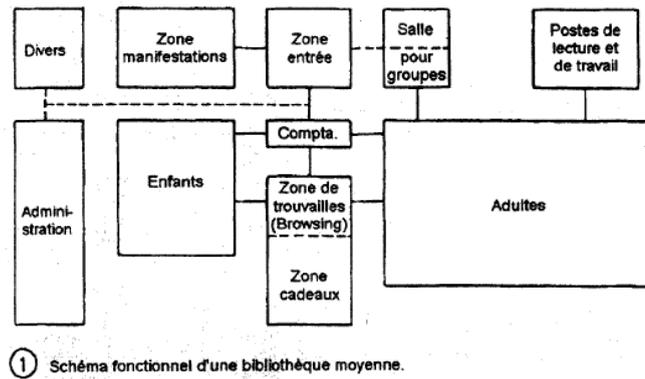


Figure 79 : schéma de fonctionnement d'une bibliothèque moyenne .Source : Neufert , 8ème édition française et augmentée ,édition le Moniteur , page 347, ISBN :2100057596

❖ **Bibliothèque** :c'est une bibliothèque publique, en libre accès, elle comprendra 50 000 ouvrages, elle pourra accueillir 100 personnes. La capacité et le nombre d'ouvrage ont été déterminés à partir des bibliothèques de la ville de Tlemcen.

*Rayonnage :

$$F1 = \frac{1}{2} \times \left(\frac{e \times n1 \times l}{n2 \times n3} \right) \times \left(1 + \frac{N\%}{100} \right)^{89}$$

F1 :surface necessaire y compris surface de mouvement (en m²)

e :entraxe de rayonnage double en m

n1 :nombre de volumes²& à disposer

n2 :nombre de volume par m d'étagère

n3 : nombre d'étagère superposée

l : longueur de rayonnage

N % : pourcentage de passage latéraux.

$$F1 = \frac{1}{2} \times \left(\frac{0.6 \times 50000 \times 6}{50 \times 6} \right) \times \left(1 + \frac{40}{100} \right) = 420 \text{ m}^2$$

*Une salle de lecture :

La surface utile pour une personne est de 2.5 m²

La surface de la salle de lecture = (nombre de personne × la surface utile)

$$\Rightarrow (2.5 \times 100) = 250 \text{ m}^2$$

*Un bureau du directeur : 50m²

*Un bureau du comptable : 30m²

*Un bureau de secrétaire: 20m²

⁸⁹ Neufert , 8ème édition française et augmentée ,édition le Moniteur , page 343-347, ISBN :2100057596

*Une imprimerie :50m²

*Une salle de cartographie :50m²

Total :420m²+250m²+50m²+30m²+20m²+50m²+20%=985m²

❖ **Une médiathèque :**

La surface utile pour une personne est 3.4 m²

3.4m² × 18personnes +20%= 74 m²

Surface parking :nombre de place=capacité d'accueil du projet /3

=900personnes/3=300places de stationnement

Surface parking =300places X12.5m²+20%=4500m²

● **Tableau récapitulatif des surfaces :**

| Désignation | | Surface |
|---------------------------|--------------------------|--|
| Sport | Salle de tennis de table | 144m ² |
| | Salle de musculation | 138m ² |
| | Salle d'art martiaux | 146m ² |
| | Vestiaires | Hommes 39m ² /femmes 39m ² |
| | Douches | Hommes 47m ² /femmes 47m ² |
| Crèche | | 308m ² |
| Garderie | | 30 à 80m ² |
| Remise en forme | Hammam | 144m ² |
| | Sauna | 50m ² |
| | Douches et vestiaires | 20à 33m ² |
| | Chambre de repos | 72m ² |
| Infirmierie | | 25 à 25m ² |
| Salle de cinéma | | 99m ² |
| Salon de beauté | Salle de coiffure | 100 à 200m ² |
| | Salon d'esthétique | 50 à 75m ² |
| | Salle de massage | 33m ² |
| | Onglerie | 20à 50m ² |
| Moussalla | | 115m ² +93m ² |
| Salle de lecture du Coran | | 75m ² |
| Commerce | 19 boutiques | De 50à 500m ² |

| | | |
|---|-------------------------|---------------------------------------|
| Culture | Atelier de broderie | 50à 80m ² |
| | Atelier de musique | 96m ² |
| | Atelier de dessin | 50m ² |
| | Atelier de cuisine | 117m ² |
| | Atelier de poterie | 117m ² |
| | Bibliothèque | 985m ² |
| | Médiathèque | 74m ² |
| Services | 6 bureaux | 66m ² |
| | 6guichets | 66m ² |
| Restauration | 2 snacks | 278m ² |
| | Cafette | A partir de 220m ² |
| | Pâtisserie | A partir de 220m ² |
| Loisirs | Ludothèque | 150m ² à 700m ² |
| | Bowling | 609m ² |
| | Salle de jeux vidéos | 102m ² |
| Halls | 2 Halls d'entrée | Min 200m ² |
| | Hall d'expositon | Min 200m ² |
| | Aire de restauration | Min 200m ² |
| | Aire de repos | Min 200m ² |
| | Aire de jeux gonflables | Min 200m ² |
| Autres | Parkings | 4500m ² |
| Surface totale : 9110m² | | |

Tableau 6 :tableau récapitulatif des surfaces

4.5 :Organigramme spatial :

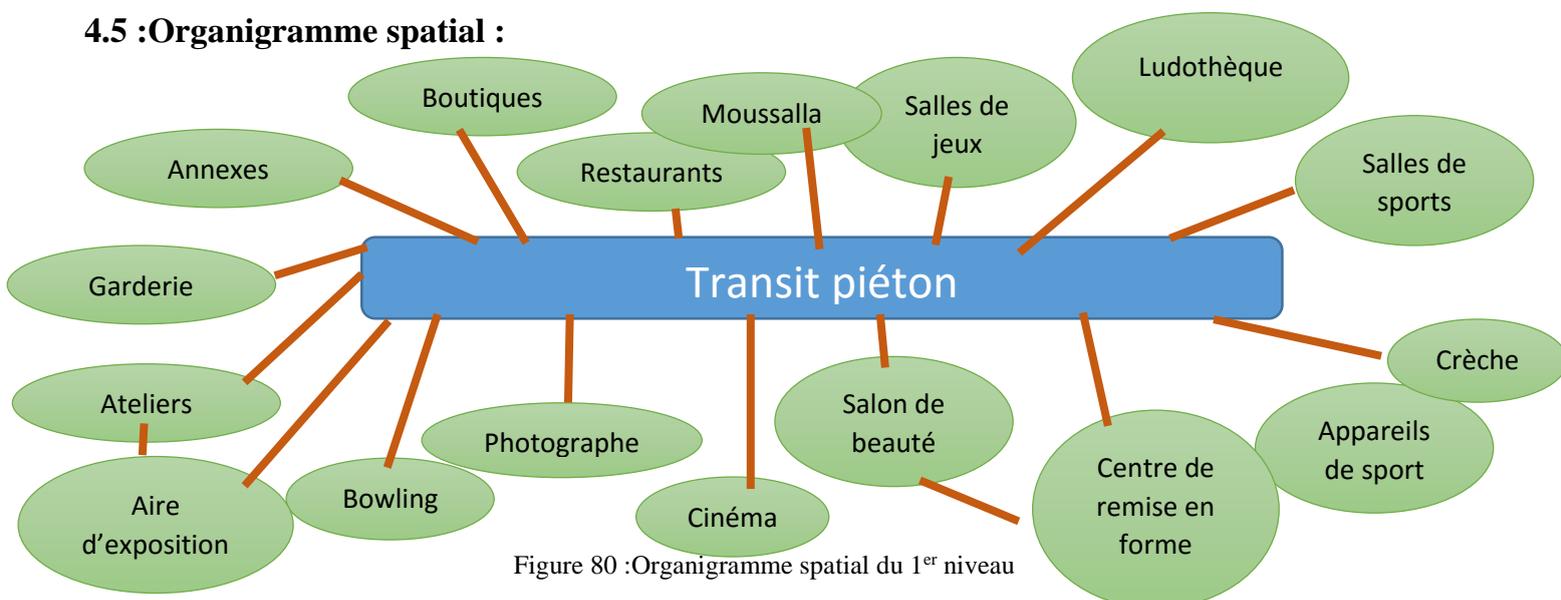


Figure 80 :Organigramme spatial du 1^{er} niveau

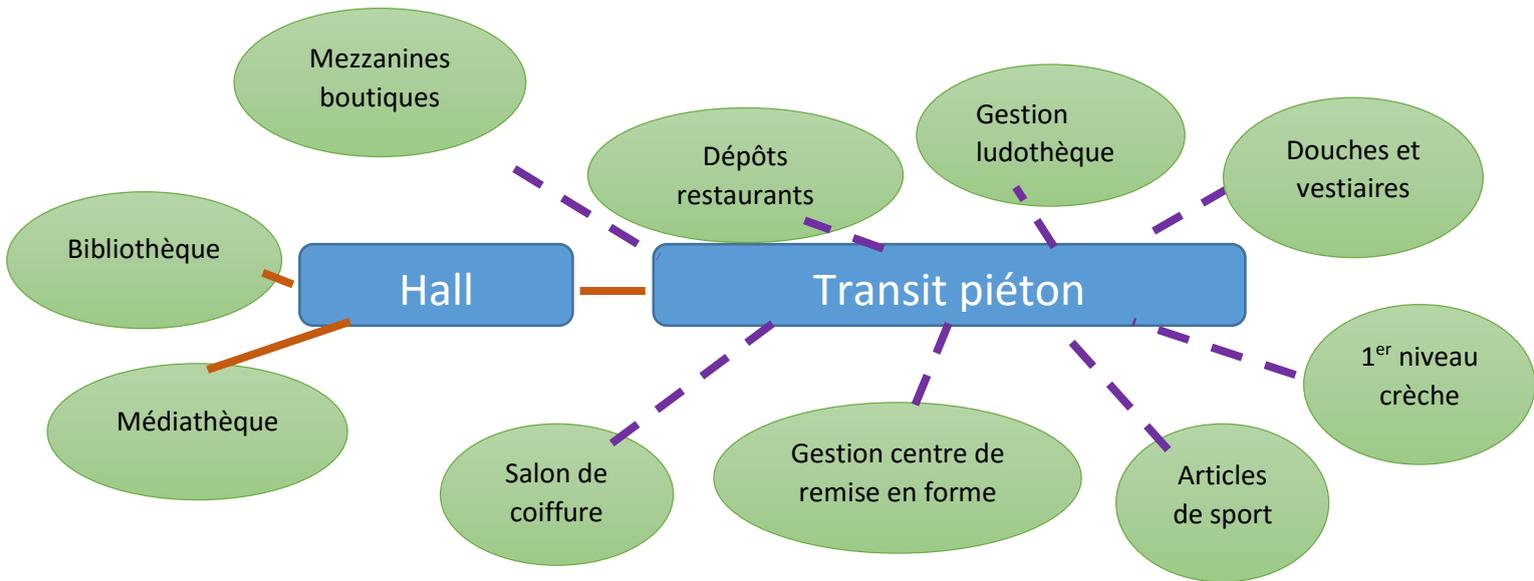


Figure 81 : Organigramme spatial du 2ème niveau

4.6 : Synthèse :

Cette analyse programmatique nous permet d'avoir les surfaces nécessaires répondant à l'ensemble des besoins des utilisateurs et usagers tout en prenant en considération des paramètres importants de conception.

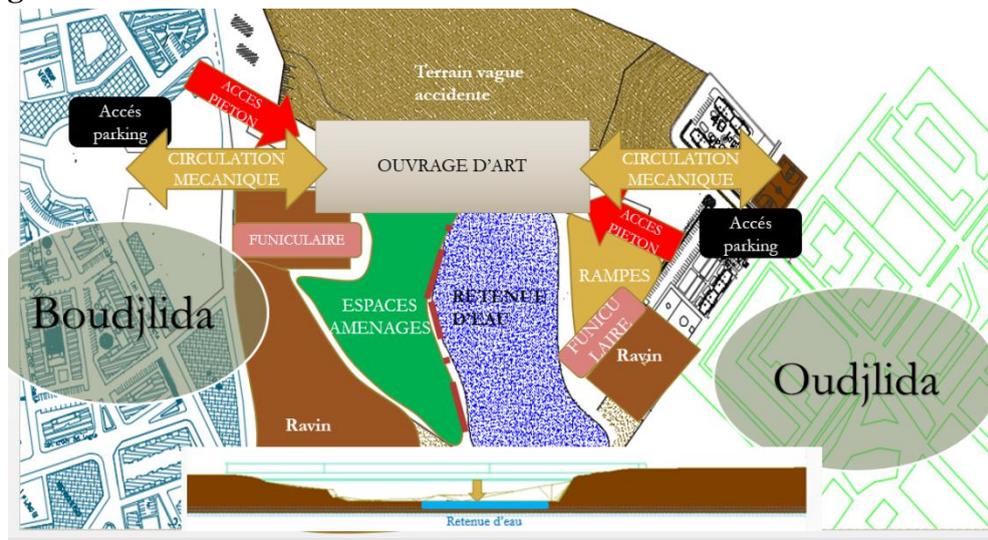
5.Chapitre V :Approche architecturale

5.1.Introduction :

Dans cette partie, nous illustrerons les principes de composition de notre projet tout en tenant compte des synthèses tirées des étapes précédentes . Donc nous essayerons de concrétiser les données théoriques recueillies en dimensions spatiales .

5.2.Genèse du projet :

5.2.1 :Zonning :



L'ensemble des contraintes du site et le programme établi auparavant nous ont orientées vers ce zoning :

La délimitation de l'aire d'étude est conditionnée par :

- ❖ le relief accidenté du site
- ❖ l'axe d'une piste existante
- ❖ et les 2 axes structurants des deux entités .

Les accès piétons se feront par l'intermédiaire des deux culés, et les accès au pont mécanique se feront à partir des deux points d'ancrage .

L'ouvrage sera doté de deux parkings des deux côtés de l'enclave .

Vue l'existence d'une retenue d'eau dans la partie basse de l'enclave nous avons vu l'utilité de l'exploiter comme un lac artificiel tout en aménageant les parties qui l'entourent en esplanades , aires de jeux et de restaurations.

Afin d'accéder a cette partie qui est de 34 m en-dessous du niveau 0 , nous avons mis en place une circulation mécanique verticale (funiculaire) et des rampes .

5.2.2 :L'idée génératrice du projet:

L'idée de ce projet nous est venue suite à une réflexion sur le phénomène des ruptures physiques (obstacles au franchissement) et leurs impacts sur l'environnement urbain .Ce phénomène est vécu par nous , en tant qu'habitants de ce secteur , d'où notre désir d'être utiles .

Ces deux pôles péri-urbains les plus importants de l'agglomération de Tlemcen : Oudjlida et Boudjlida ne possèdent qu'un seul accès principal chacune et l'enclave les séparant a crée un nœud important au niveau de la RN22 ralentissant ainsi la fluidité de la circulation .

Cette enclave étant la seule rupture physique entre ces deux entités , notre projet constituera une liaison et un second accès aux deux pôles .

Les deux facteurs qui ont déterminé l'implantation de notre projet sont⁹⁰ :

- L'ordre imposé par la circulation comme déterminant majeur .
- L'ordre fonctionnel imposé par la circulation et les conditions du site .

Ces deux facteurs nous ont orienté vers un ouvrage d'art enjambant l'enclave , alliant franchissement et attractivité , à travers l'ajout d'un ensemble de fonctions manquantes dans cette zone périurbaine Nord.

5.2.3 :Evolution du volume:

Etape 01 :

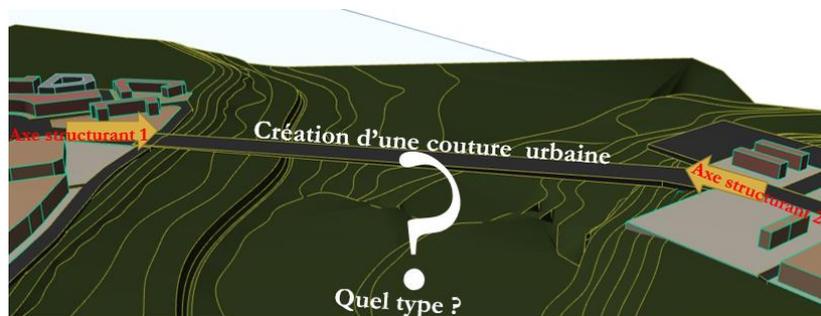


L'implantation du projet permettant la liaison des 2 entités va être basée sur le raccordement des 2 axes structurant des deux entités .

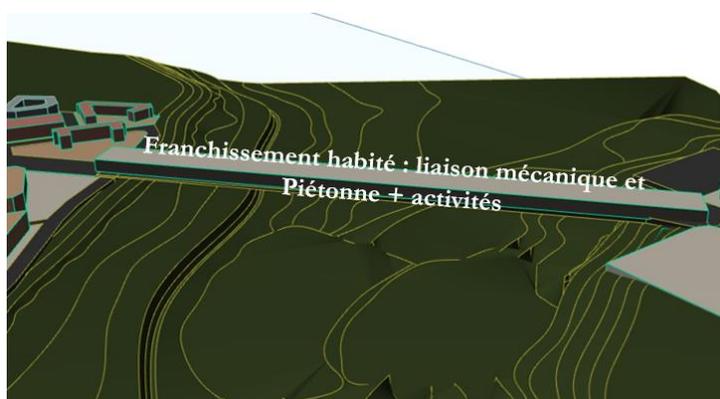
⁹⁰Elements de conception architecturale aspects conceptuels 3^{ème} édition ,Saïd MAAZOUZ ,édition n°4575,OPU ,Page 84,ISBN :9961.0.0717.4

Etape 02 :

Cette nouvelle couture urbaine de type ouvrage d'art enjambe une ancienne carrière qui permettra la transition de l'ensemble des transports mécaniques ainsi que les piétons .



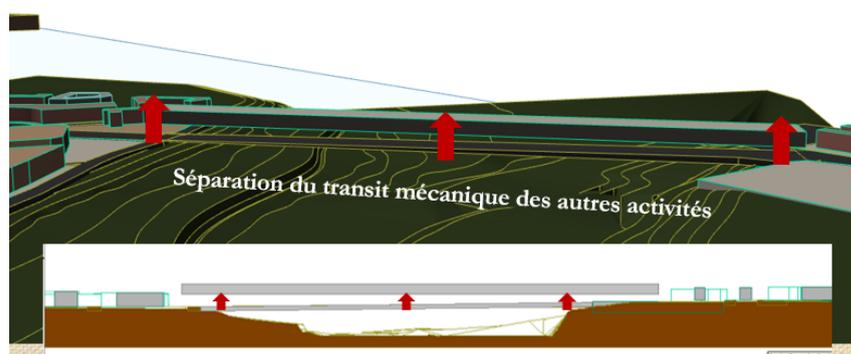
Etape 03 :



En plus de sa fonction primaire qui est le transit , cet ouvrage comprendra divers activités.

Etape 04:

D'où la nécessité de surélever les activités culturelles , sportives , ludiques , commerciales du transit mécanique afin de permettre une perméabilité mécanique directe entre Oudjlida et Boudjlida .



Etape 05 :



L'accessibilité aux activités étant barrée par la voie mécanique, il est nécessaire d'effectuer la rotation d'une partie du volume pour permettre l'accès à partir du sol par l'intermédiaire d'une culée.

Etape 6 :

L'accessibilité aux activités étant barrée par la voie mécanique, il est nécessaire d'effectuer la rotation d'une partie du volume pour permettre l'accès à partir du sol par l'intermédiaire d'une culée d'une hauteur de 12 m afin de rattrapper la différence de niveau de 6 m entre les deux



5.2.4 :Description fonctionnelle du projet :

L'implantation de l'ouvrage est conditionnée par les 2 axes et le relief du site.

L'accès piéton du côté de Oudjlida se fera par l'intermédiaire d'une culée de 9,5m de hauteur

et du côté de Boudjlida l'accès sera plus haut de 5m , vu la différence de niveau entre les 2 entités.

Le pont mécanique est au niveau 0 et sera doté de 3 voies et une voie cyclable en plus de 2 trottoirs de part et d'autre des voies mécaniques .Le terre plein constituera un passage piéton central de 6m séparant les voies mécaniques .

Le parking souterrain d'Oudjlida est accessible à partir d'une esplanade donnant sur l'axe principal .

Pour l'autre côté l'accès au parking se fera du côté latéral de la culée .

La partie inférieure de l'enclave sera aménagée en aire de jeux , de restauration , des esplanades de différents niveaux et des espaces verts ; le tout entourant un lac artificiel .Cet aménagement sera accessible par l'intermédiaire d'un funiculaire et d'une rampe .

On accède des 2 côtés à l'ensemble des fonctions par des escaliers serpentés d'une rampe ou par un ascenseur directement à partir des parkings .

Deux grands halls en double hauteur constitueront le début du passage piéton.

Vue la longueur de l'ouvrage nous avons structuré notre passage de façon non linéaire pour donner un effet de surprise aux passants.

Nous avons prévu une verrière pour un meilleur éclairage zénithal .

Les fonctions sont positionnées de manière à ce qu'elles soient complémentaires l'une à l'autre ex : sport et remise en forme .

L'emplacement des sous- fonctions similaires sont regroupées dans le même espace tel que les différentes salles de sport , les différents ateliers ou les salles de remise en forme .

Afin d'animer les parties centrales ,nous avons regroupé la restauration et le commerce .

En plus des deux dégagements des entrées et de l'aire de restauration , des percements sont ajoutés au passage pour permettre aux passants des vues sur l'extérieur .

Le plancher supérieur ne couvrira pas toute la surface du 1^{er} niveau afin de créer des vides en double hauteur et donner à l'ensemble des échappées visuelles depuis le 2eme niveau.

Les fonctions commerciales sont dotées d'une mezzanine pour le dépôt de la marchandise.

Le projet est doté de deux issues de secours donnant sur le terre plein du tablier mécanique.

Deux monte-charges accolés aux cages d'escalier des issues de secours servent à l'approvisionnement en marchandises.

Un étage technique inférieur regroupera l'ensemble des canalisations et regards d'assainissement qui seront connectés aux 3 grandes piles du pont.

5.3 :Façade et style architectural :

Le choix d'un pont à haubans a été orienté par le style architectural moderne et le système structurel .

Vue la forme étalée du volume nous avons opté pour une fragmentation de la façade en parties . Ces dernières sont traitées de trois manières différentes :

- La partie centrale la plus animée est traitée d'une manière à être transparente afin de créer une vue sur l'ensemble de l'aménagement extérieur depuis le pont .
- Les deux autres parties sont plus opaques , tout en éclairant les espaces avec des ouvertures de formes différentes qui conviennent aux activités .

Afin de marquer les deux accès , nous avons opté une façade transparente , laissant apparaître l'escalier monumental .Pour protéger ces entrées , nous avons mis en place deux grands porches .

5.4 :Synthèse :

Après avoir défini les paramètres planimétriques et volumétriques du projet basés sur un ensemble de contraintes ,il nous reste maintenant à définir les méthodes d'intégration des techniques sans perturber pour autant l'aspect architectural .

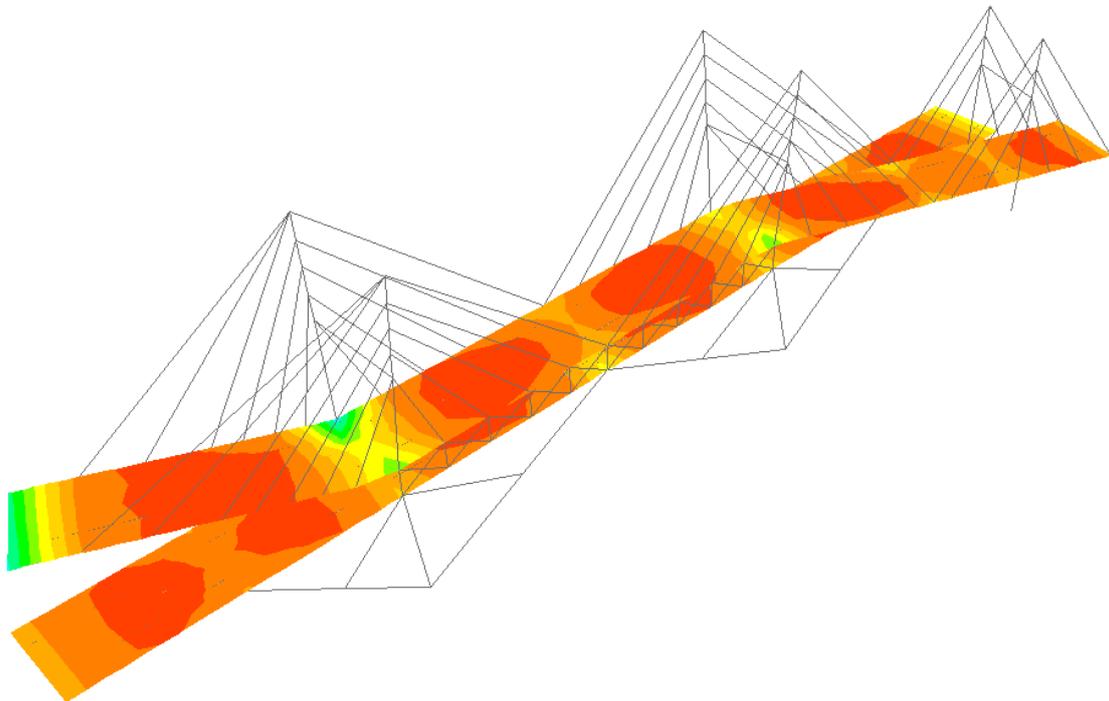
6.Chapitre VI :Approche technique

6.1.Introduction :

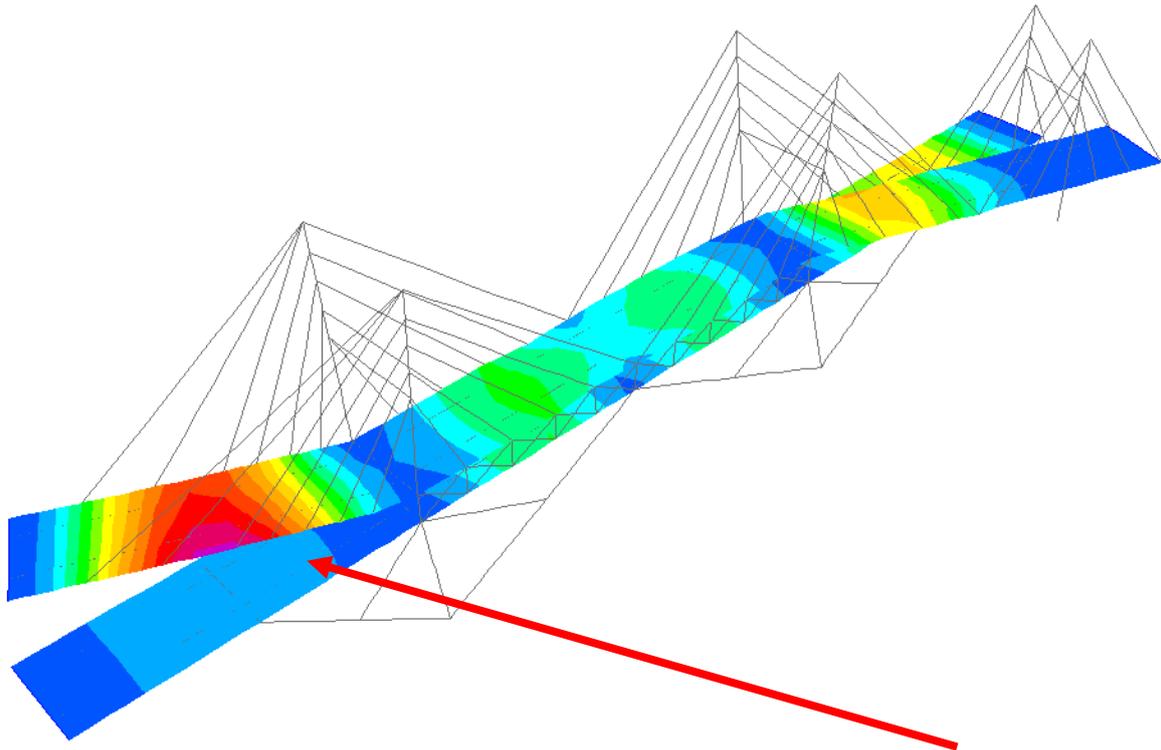
Dans le présent travail , nous allons détailler tous ce qui est relatif à l'aspect technique.Il s'agit de déterminer le dimensionnement , le type de structure et les nouvelles technologies utilisées .

6.2.Dimensionnement de la structure :

Après modélisation de la structure du pont sur le logiciel SAP par M.BOUMECHRA .N , nous avons obtenu les résultats et le dimensionnement suivants :



Contraintes principales



La flèche verticale maximale de 1mètre pour une longueur de 145m



Profil du pylône

| Elément de structure | Dimensions | Matériau |
|---|--|--------------------|
| Pylône du pont | Section en caisson : 4m x 6m (épaisseur voile : 1m) | Béton armé |
| Entretoise supérieure | Section en caisson : 4m x 4m (épaisseur voile : 0.5m) | Béton armé |
| Tablier supérieur et inférieur (Dalle nervurée) | Epaisseur dalle : 1.50m Nervures : 1.00m x 2.00m | Béton armé |
| Poutre Appui Tablier | 1.00m x 2.00m | Béton armé |
| Hauban – supports tablier | 1.50m ² Câbles de précontrainte | Béton Précontraint |
| Charpente Ponts – Travée intermédiaire | Tube carrée 250mmx250mmx30mm | Acier |

Tableau 7 :Prédimensionnement des éléments de structure.

| Matériau | Caractéristiques |
|---|---|
| Béton (Béton armé et Béton précontraint) | Béton fibré à haute performance Module d'élasticité : $E=4,5.10^7$ kN/m ² Résistance : 45Mpa = 450 bars |
| Acier | Acier à haute résistance Module d'élasticité : $E=2,1.10^8$ kN/m ² Résistance élastique : $f_y=340$ N/mm ² Résistance ultime : $f_u=450$ N/mm ² |

❖ **Système de liaison du poteau avec le tablier :**

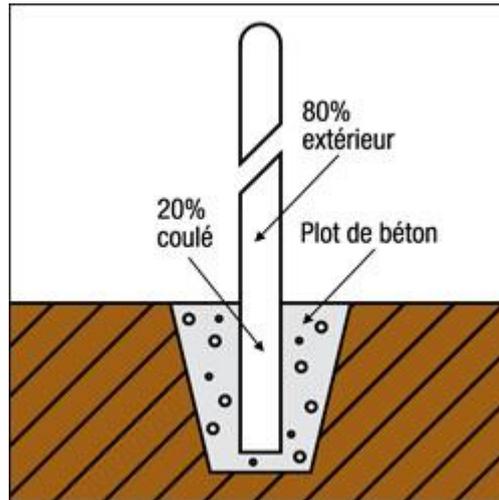


Figure 82 :système de fixation des poteaux sur le tablier .Source : http://www.seton.fr/media/wysiwyg/STFR/content_pages/fixation/schema-fixation-sol-2-fr.jpg.(dernier accès le 11/05/2016)

6.3:Etapes de construction d'un pont à haubans⁹¹ :

Pour la construction d'un pont à haubans, une bonne utilisation des matériaux est primordiale pour la sécurité et la rigidité de l'ouvrage.

a) les matériaux :

L'acier est utilisé pour les haubans, les voussoirs, l'ancrage, mais aussi pour le tablier ainsi que pour d'autres parties de la structure soumises à des efforts importants.

Aussi ,le béton est le deuxième produit le plus consommé pour cette construction.

b)Les fondations :

Les fondations ont pour but de reporter les charges (poids du pont mécanique et l'ensemble des niveaux du pont habité) au niveau le plus bas de la crevasse .

Tout d'abord, on distingue deux types de fondations :

- les fondations superficielles

⁹¹ http://ponts-a-haubans.over-blog.fr/pages/l_Les_etapes_de_construction_dun_pont-368397.html (dernier accès le 09/04/2016)

- les fondations profondes

Dans notre cas , des fondations profondes sont recommandées de type pieux forés .

- Méthode de réalisation des pieux forés :

1/Montage de la machine

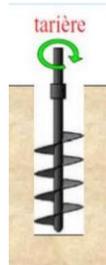


Figure 83 :Outil de forage via une tarière ,source: <http://fr.slideshare.net/aladinbrinsi/les-pieux-fors> traité par l'auteur par outi capture dernier accès le 09/04/2016

- La foreuse à tarière se positionne à l'emplacement du futur pieu .
- Contrôle de l'aplomb ainsi que la position horizontale exacte selon le plan de fondation.
- La foreuse est calée, et la tarière est mise en rotation.

2/Le Forage :

- La tarière s'enfonce une première fois jusqu'à la profondeur souhaitée
- La pompe à béton est amorcée à l'aide d'une barbotine, le béton est propulsé et la tarière remonte au fur et à mesure que le béton est injecté.
- Positionnement de la cage d'armature, puis descente de celle-ci (avec vibration).

3/Casques du pieu

- Dégagement du sol extrait, arase jusqu'à la côte souhaitée .
- Vérification de la côte pour le casque de pieu
- Déblaiement du casque de pieu
- Dégagement manuel des armatures d'attente du pieu
- Extraction de l'eau si nécessaire à l'aide d'une pompe électrique
- Positionnement de la cage d'armature et calage avec les aciers en attente du pieu, puis fixation
- Coulage du béton (camion toupies)
- Positionnement rapide des platines puis calage précis au laser

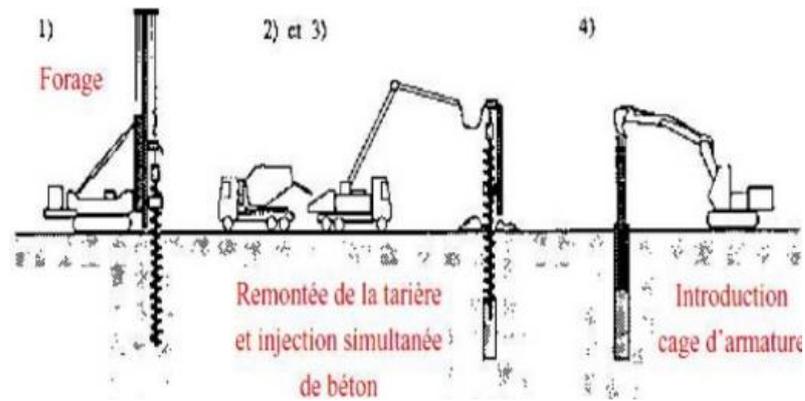


Figure 84: Principe du procédé des pieux forés ,source <http://fr.slideshare.net/aladinbrinsi/les-pieux-fors>; traité par l'auteur par outil de capture dernier accès le 09/04/2016.

c) l'élévation des piles

Une fois, les fondations établies, les piles sont construites simultanément de chaque côté des rives, à l'aide de coffrage grim pant (au fur et à mesure que le coffrage augmente, les piles s'élèvent de plus en plus).

d) Le lançage du tablier

Ayant une grande distance entre les pylônes, et le tablier devant supporter le passage des véhicules sans s'affaisser ou s'écrouler, il doit être conçu avec du béton précontraint sous forme de plaques .Celles ci seront assemblées entre elles pour obtenir le tablier .

Le tablier est construit des deux côtés de la brèche : les voussoirs sont installés à l'aide de grues . Puis, on effectue l'installation des engins de levage, de transport et d'accueil des voussoirs. Après, on réalise la mise en place des voussoirs et on procède au soudage .

e) Le clavage

Afin de réaliser la liaison entre les deux parties d'ouvrages construites indépendamment, on réalise une mise en place du voussoir central ou la liaison à mi-travée.

f) l'installation des pylônes

Par la suite, les pylônes sont dressés sur le tablier grâce à des grues.

g) le haubanage :

Une fois les pylônes installés, la mise en place des haubans s'effectue : c'est le haubanage.

h) la pose de l'enrobé

Enfin, la dernière étape de construction est la pose de l'enrobé permettant de bitumer la route.

6.4. Les nouvelles technologies utilisées :

6.4.1 : la verrière coulissante :

Les halls d'entrée , les espaces communs et les couloirs de circulation sont des espaces structurants nécessitant une grande quantité de lumière ,ils doivent donc être largement vitrés. Pour cela l'utilisation de l'éclairage zénithal s'avère primordiale.

Cet éclairage se concrétisera avec l'emploi de verrières qui seront supportées par la structure métallique. Cette verrière sera dotée de stores mobiles commandés à distance avec une programmation informatique :ils s'orienteront de telle façon à :

Optimiser le climat intérieur de l'ouvrage d'art

Bénéficier des apports du soleil

Guider de manière optimale la lumière naturelle pour éclairer les espaces intérieurs et réduire les besoins en éclairage artificiel

Evacuer la chaleur et la fumée et assurer la ventilation de cet ouvrage .



Figure 85 :exemple de verrière coulissante .Source : <http://www.toitel.com/toiture-coulissante/> (dernier accès le 27/03/2016)



Figure 86 :Système ventail de ventilation .source : http://www.lamilux.fr/fileadmin/user_upload/dateien/Lokalisierung/FR/Tageslichtsysteme/Brochure_CI_declairage_zenithal_en_verre_type_PR60_08102013.pdf (dernier accès le 27/03/2016)

6.4.2 :Plaque de plâtre anti choc et anti pollution⁹² :

Renforcés avec des fibres de bois , le placo Impact Activ'Air est 4 fois plus résistant qu'une plaque de plâtre standard .Il possède surtout des vertus dépolluantes : un composant spécifique , incorporé à hauteur de 0.2% dans le plâtre , capte 80% des composés organiques volatils (COV) et les transforme en composés inertes .Idéal pour les murs de séparations et les cloisons .



Figure 87 : Plaque de plâtre anti choc et anti pollution .Source :<http://i-cms.journaldunet.com/image/cms/300/2232603-un-platre-antichoc-et-antipollution.jpg>

Ce type de plaque de plâtre sera utilisé pour les cloisons intérieures de l'ouvrage et permettra l'isolation thermique de chaque espace intérieur .

6.4.3 :CVC⁹³ :

Chauffage, ventilation et climatisation, régulation des conditions ambiantes à l'intérieur de bâtiments, à des fins d'hygiène ou de confort. Le chauffage consiste à maintenir à une certaine température une enceinte plongée dans une ambiance extérieure plus froide et à température variable. La ventilation, seule ou combinée à un système de chauffage ou de climatisation, contrôle à la fois l'alimentation et l'évacuation de l'air à l'intérieur d'espaces fermés, afin d'éliminer les odeurs et de fournir suffisamment d'oxygène aux occupants. La climatisation contrôle l'environnement intérieur d'un espace, c'est-à-dire sa température, son humidité, la circulation de l'air et sa pureté, pour les occupants.Pour cela il est nécessaire d'utiliser un système intégré de commande et de gestion de l'énergie .

6.4.4:Les ascenseurs et monte-charges :

Nous avons prévu pour ce projet quatre ascenseurs ;deux qui permettront l'accès depuis le parking,donnant sur les deux halls d'accès principaux du projet , et un ascenseur

⁹² <http://www.journaldunet.com/economie/immobilier/10-materiaux-innovants/platre-antipollution.shtml>

⁹³ HVAC : Des principes à la théorie en passant par la pratique :notions de base ,TOME I , Préparé par Salvatore Morreale , <http://users.skynet.be/hvac/telechargement/tome1.pdf> (dernier accès le 01/04/2016)

central dans une cage d'escalier permettant la montée du RDC vers le 1^{er} étage (bibliothèque) et un autre permettant d'accéder directement à l'esplanade de Oudjlida depuis le parking .

Ces ascenceurs seront de type hydraulique .Ils utilisent un piston en traction qui équilibre une partie du poids de la cabine et est renforcé par des poids supplémentaires .Le moteur de pompe travaille uniquement lorsque la charge est déplacée par le piston vers le haut. Pour le trajet vers le bas ,une soupape s'ouvre et aucune énergie n'est nécessaire .La consommation d'énergie est diminuée ainsi de moitié⁹⁴ .

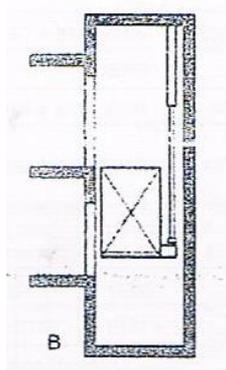


Figure 88 :exemple d'ascenseur à piston en traction suspendu.Source : Neufert , 10^{ème} édition française et augmentée ,edition le Moniteur , page 162, ISBN :9782100543175

Largeur :min 0.90m max 1.67m

Profondeur :min 1.40m Max1.66m

Charges :8personnes →630kg

*Pour l'approvisionnement des différents parties de l'ouvrage , nous prévoyons deux monte-charges dont les caractéristiques sont :

une charge utile $\leq 630\text{Kg}$

dimensions cabine :longueur :1.1m

profondeur :1.5m

hauteur 2.2m

dimensions porte :longueur :1.1m

hauteur 2.2m

dimensions gaine :longueur :1.8m

Profondeur 1.7m

Les parois et le plafond de la gaine sont renforcées en acier profilé préfabriqué ⁹⁵ .

⁹⁴ Neufert , 10^{ème} édition française et augmentée ,edition le Moniteur , page 162, ISBN :9782100543175

6.4.5 :le béton fibré :

En plus du béton armé classique ,nous avons eu recours à l'utilisation du béton fibré à ultra haute performance .



Figure 89 : Béton fibré haute performance.Source : Béton fibré à ultra hautes performances ,produit et applications , Holcim (Suisse)SA,page6

C'est un nouveau béton haut de gamme qui permet d'atteindre des résistances mécaniques très élevées : à la compression, à la traction directe et à la flexion ainsi qu'une durabilité exceptionnelle et cela dans divers domaines d'utilisation .

Le BFUHP se distingue du béton usuel ou du béton à haute résistance par sa formulation, en particulier le diamètre maximal du granulat et le rapport eau/ciment (e/c)⁹⁶.

- Technologie du matériau :

Cette haute résistance et cette durabilité sont dus à :

- A. **L'optimisation du squelette granulaire** :La granularité est élargie dans les fractions très fines par l'utilisation de fumée de silice, qui a pour effet de remplir de façon optimale les interstices du squelette granulaire. De plus,

⁹⁵ Neufert , 10^{ème} édition française et augmentée ,edition le Moniteur , page 166, ISBN :9782100543175

⁹⁶ Béton fibré à ultra hautes performances ,produit et applications , Holcim (Suisse)SA

le remplacement des granulats grossiers par du sable de quartz conduit à une très grande compacité et une excellente homogénéité⁹⁷.

- B. Réduction du rapport e/c :Comparativement à un béton usuel ou à un béton à haute résistance, le BFUHP présente une quantité d'eau de gâchage similaire et un dosage en ciment nettement supérieur. Il en résulte un rapport e/c beaucoup plus bas, donc une forte réduction de la porosité de la pâte de ciment durcie. La taille moyenne des pores est fortement réduite et ceux-ci ne sont plus interconnectés. De par le très faible rapport e/c, les grains de ciment ne peuvent s'hydrater complètement et agissent, comme un filler de haute qualité. Ceci confère au béton un excellent potentiel d'auto-cicatrisation. La consistance du béton frais est garantie par l'utilisation de fluidifiants de nouvelle génération⁹⁸.
- C. Addition de fibres métalliques ou synthétiques :Un haut dosage en fibres métalliques (2 à 6% en volume) confère à la matrice cimentaire très résistante une excellente ductilité (capacité de déformation sans rupture brutale) ainsi qu'une certaine résistance post-fissuration. La répartition homogène des fibres permet d'armer efficacement toute la section de l'élément, jusqu'à sa surface . L'efficacité du fibrage dépend du dosage, du matériau, de la géométrie et de l'orientation des fibres⁹⁹.

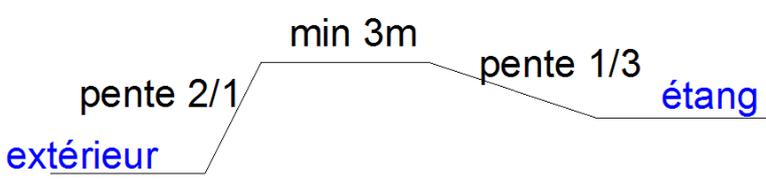
6.4.6:Le lac artificiel ou étang :

| | |
|----------------------------|--|
| Le site | -un endroit naturellement humide mais aussi une dépression (un bassin versant) qui favorise une accumulation de l'eau. |
| Le type de sol | L'imperméabilité du sol est fondamentale pour l'installation d'un lac artificiel et plus le sol est argileux , plus il est imperméable .Pour notre cas , nous avons un sol rocheux . |
| Type de lac artificiel | C'est un lac creusé du côté Sud et il est construit dans une dépression. Il suit donc les courbes topographiques, que ce soit en profondeur ou même en forme plane ce qui donne une forme d'étang sinueuse . Sa profondeur varie selon les courbes topographiques mais elle atteint un maximum de 4m .Il est endigué du côté Nord par une digue qui permettra la retenue d'eau. |
| L'approvisionnement en eau | L'eau va provenir des accumulations des eaux pluviales en hiver et au printemps mais aussi de l'eau de ville en été et en automne afin d'assurer un niveau constant du niveau de l'eau du lac lors de l'évaporation par temps chaud. |

⁹⁷ IDEM

⁹⁸ IDEM

⁹⁹ IDEM

| | |
|---|--|
| Structures de contrôle du niveau de l'eau | <p>Une pente de 1/3 est recommandée sur les cotés de l'étang afin de stabiliser les pentes et maintenir le niveau de l'eau . Il faut aussi prévoir un système de déversoir secondaire pour évacuer le surplus de l'eau lors des pluies abondantes .</p> |
| Aménagement du lac artificiel | <ul style="list-style-type: none"> -Débroussailler le terrain . -Tracer des limites du lac et mettre en place les pentes recommandées. -Prévoir une arrivée d'eau (une rigole , un bambou , un tuyau en plastique , ...) dont le fond est à 10 cm au-dessus du niveau le plus élevé de l'eau de l'étang¹⁰⁰ -Prévoir de pouvoir vider le lac , en aménageant un écoulement dans la partie la plus profonde. -Travailler l'assiette du fond du lac avec une pente douce en direction du système de vidange , éventuellement avec un réseau de canaux collecteurs en épi facilitant la vidange. -Façonner une digue dans l'extrémité la plus basse afin de stopper l'eau et créer une frontière . Cette digue aura une pente comme suit : <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  <p style="margin: 0;"> pente 2/1 min 3m pente 1/3 étang extérieur </p> </div> <ul style="list-style-type: none"> -Mise en place d'une couche imperméable d'un minimum de deux pieds d'argile pour prévenir les pertes d'eau par infiltration sinon l'étang pourrait s'assécher¹⁰¹. -S'assurer de l'uniformité du sol du lac . -Mettre en place une couche de géotextile polypropylène imperméable souple pour l'étanchéité du sol . Ce matériau est aussi résistant au rayonnement ultraviolet solaire . |

¹⁰⁰ Archives des documents de la FAO , produit par le département des pêches , manuel de pisciculture artisanale en eau douce . Source : <http://www.fao.org/docrep/t0581f/T0581F05.htm#4> . Comment amener l'eau à chaque étang (dernier accès le 24/03/2016)

¹⁰¹ Base de connaissance : construction d'étangs , outils et accessoires . Source : <https://canadianpond.ca/fr/base-de-connaissance/construction-detangs-outils-accessoires/construction-detang-guide-accompagnement/>

| | |
|----------------------|---|
| Entretien de l'étang | <p>Il faut :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Inspecter constamment (voir chaque saison) le niveau de l'eau et du système d'évacuation . -Prévenir l'érosion des berges en plantant de la végétation ou en remplaçant régulièrement le gravier et les roches¹⁰² . |
|----------------------|---|

6.4.7 :Les terrassements :

Il existe deux types de terrassement :

-les terrassements généraux (mise en forme du relief général) :les sols sont travaillés pour une mise à la cote des fonds de forme ¹⁰³

-les terrassements ordinaires (liés aux ouvrages de réalisation) :préparation de terrain pour les ouvrages à venir .Ces travaux sont soit des fouilles (déblais) , soit des apports (remblais)¹⁰⁴ .

1. **Les travaux de déblais** :c'est l'ensemble des terres retirées du sol lors des travaux de terrassement .Il y a deux types de déblai :

- **Déblai en excavation** : il concerne essentiellement les terrassements sur une épaisseur de plus de 25 cm. Lorsqu'il n'est pas possible de réutiliser en état les déblais d'excavation, ils peuvent souvent être valorisés à la chaux ou autre liant hydraulique. La méthode de traitement à la chaux consiste à l'assèchement des sols, à l'amélioration de la portance, et à la cassure des amas d'argiles. De ce fait, après criblage, l'élément obtenu est susceptible d'être employé en couche de base pour la construction des routes, où le trafic est moins dense et aussi en remblais de tranchées.
- **Déblai en tranchées** : il est relatif à la réalisation des fondations ou des réseaux. il est très important dans le cadre de la réalisation des gros travaux de construction comme les opérations de passage de canalisation dans les travaux

¹⁰² IDEM

¹⁰³ <http://votrejardin.e-monsite.com/pages/pages-membres/fiches-techniques/les-terrassements-deblais-remblais-talus-preparation-de-terrain.html> (dernier accès le 27/03/2016)

¹⁰⁴ IDEM

publics où une quantité importante de matière de sol est extraite. Il exige un certain nombre de mesures, en occurrence l'étude des sols¹⁰⁵

2. Les travaux de remblais :

Il existe deux types de remblais :

- Les remblais ponctuels qui consistent à refermer des tranchées , à boucher des petits trous ...
- Des remblais massifs qui consistent à boucher de grandes fouilles , à combler des zones naturellement en cuvette .Il est conseillé de remblayer et de compacter par couches de 20 à 30 cm

3.Les talus

La mise en place des talus fait partie des travaux de terrassement .

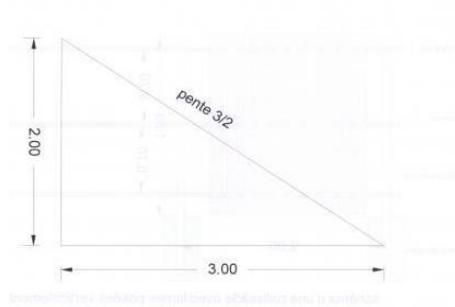
La pente d'un talus (pourcentage)=l'emprise (distance horizontale qui sépare la base de la crête)/dénivelée .

Il existe 6 types de talus¹⁰⁶ :

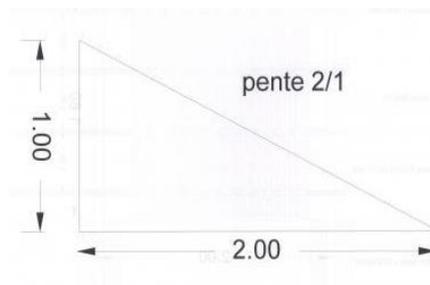
- Les talus supérieur à 1pour 1 : il est souvent conseillé sur ces talus de réaliser des protections anti-éboulements ou des consolidations suivant la nature du sol.
- les talus 1 pour 1 (100% de pente) : ce sont des talus non accessibles aux engins. Ils ont de grands risques d'érosion, il est donc conseillé de les végétaliser rapidement et d'ancrer la terre végétale (grillages, filets en 3 dimensions,.....) pour les talus bas ou de mettre en place une protection anti-éboulement pour les talus hauts.
- les talus 3 pour 2 (65 % de pente) : ce sont des talus peu accessibles aux engins car dangereux. Les végétaux doivent être vite implantés en raison du fort risque d'érosion. Les protections anti-éboulement ne sont plus vraiment nécessaires mais un fascinage est encore recommandé.

¹⁰⁵ <http://www.entreprisedeterrassement.fr/les-deblais/>(dernier accès le 27/03/2016)

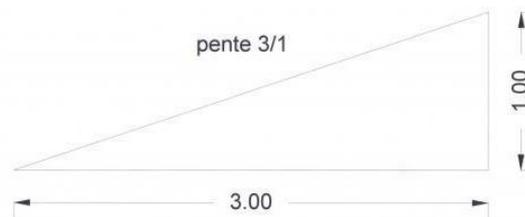
¹⁰⁶ <http://votrejardin.e-monsite.com/pages/pages-membres/fiches-techniques/les-terrassements-deblais-remblais-talus-preparation-de-terrain.html> (dernier accès le 27/03/2016)



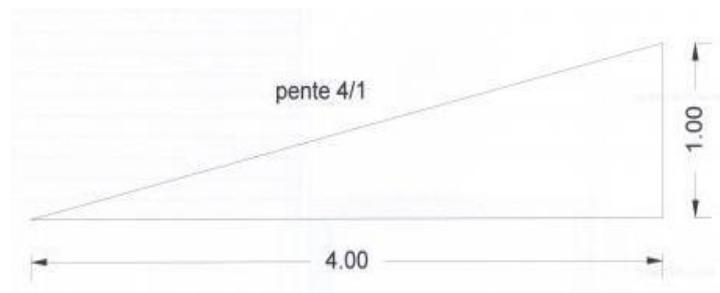
- les talus 2 pour 1 (50 % de pente) : ils sont accessibles aux engins de tonte mais pas aux tracteurs et permettent les plantations et l'engazonnement.



- les talus 3 pour 1 (33% de pente) : l'accès aux tracteurs est encore déconseillé. Ce sont des talus paysagers.



- les talus 4 pour 1 (25 % de pente) : c'est le talus que l'on appelle plus communément rampe. Ils facilement accessibles et permettent l'accès à tout type d'engin.



6.4.8 : Les Joints :

Des Joints de ruptures sont prévus d'une épaisseur de 10 cm à chaque changement de direction et tous les 50 mètres .

6.4.9 :Les murs rideaux :

Mur vitré monté sur une ossature secondaire constituée de montants et traverses réalisées en profilés tubulaires.

Les vitres sont fixées à l'ossature par une patte de fixation, les joints sont en élastomère recouverts par des couvre-joints faits en acier inoxydable. Le confort intérieur est assuré par le double vitrage.

6.4.10 :Le revêtement du sol :

Le choix du revêtement se fait en fonction de l'espace à traiter :

Plaques de marbre pour les espaces d'accueil , le passage , les aires de repos et les autres fonctions .

Moquettes pour la partie cinéma,moussalla,...

Revêtement antidérapant dans les zones humides.

6.4.11 : Pour les besoins en energie des installations :

Interêt d'une solution utilisant une energie renouvelable avec economie d'energie et efficience energetique au lieu et place d'une solution classique

A. Motivation du choix :

Le monde entier a pris conscience que la période faste des énergies fossiles tire à sa fin. La combustion de ces dernières en libérant le dioxyde de carbone (CO²) dans l'atmosphère produit l'effet de serre qui entraîne des bouleversements climatiques majeurs.

Notre pays ne fait pas exception à cette situation critique et par conséquent, nous proposons une solution d'énergie renouvelable utilisant des panneaux photovoltaïques transparents et des installations alliant économies d'énergie et efficience énergétique.

Les économies d'énergie signifiant essentiellement une bonne isolation des constructions pour éviter toutes les déperditions énergétiques avec le milieu extérieur

L'efficience énergétique signifiant l'utilisation des matériels électriques les plus performants et les moins gourmands en énergie du marché à l'exemple des lampes LED pour l'éclairage

B. Rendement de la solution photovoltaïque :

➤ Besoins en puissance

Les locaux à éclairer ont une superficie de :

8 127m² pour les locaux commerciaux, **5 621m²** pour les dépôts magasins , **2 364 m²** pour les halls, **2 200m²** pour le couloir

et **10 059m²** pour le vide sanitaire soit une superficie totale à éclairer de **28 371m²**

Ces installations recevront l'éclairage du soleil durant la journée, mais nécessiteront un éclairage complémentaire étant donné leur caractère commercial.

Les parties communes : halls, couloirs et vide sanitaire ou vide technique pourront être éclairés aussi de nuit

Au titre de l'efficacité énergétique on utilisera pour l'éclairage les lampes économiques type LED (Diode Electro Luminescente)

La norme¹⁰⁷ prévoit un apport minimal de 40 lux=40 lumens /m² (lumen, unité d'éclairage) pour les halls et voies de circulation, 60 lumen/m² pour les escaliers et entrepôts et 120 lumens/m² pour les zones de travail permanent aveugles.

: à titre d'exemple, une lampe économique de type LED fournit 440 lumens pour une puissance de 6W . Cette lampe utilisée pour une superficie de 10m² fournira **44 lumens par m²** soit $6W/10m^2=0,6W/m^2$ pour les halls et voies de circulation ;

$440lumens/6m^2= 73 lumens/m^2$ pour les entrepôts (vide sanitaire et sous pentes des locaux commerciaux), soit $6W/6m^2=1W/m^2$ et :

$440lumens/2m^2=220 lumens/m^2$ pour locaux commerciaux, soit $6W/2=3W/m^2$

➤ Puissance à installer :

La puissance maximale pour un panneau photovoltaïque de 1m² de type transparent proposé par les différents constructeurs est de 100 W crête désignée W/c.

¹⁰⁷ norme R 4223 4 en matière de santé et sécurité du code du travail préconise en matière d'éclairage :

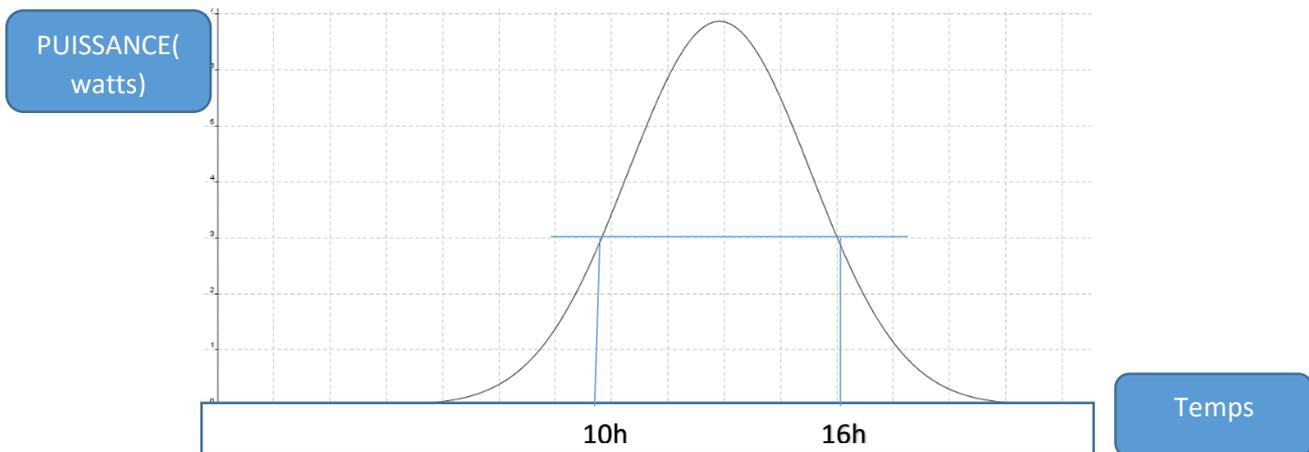
- 40lux=40lumens/m² pour les voies de circulation intérieures
- 60lux = 60 lumens /m² pour les escaliers et entrepôts
- 120 lux =120 lumens/m² pour les locaux aveugles affectés au travail permanent.

Chaque fabricant doit indiquer la puissance et le nombre de lumens de sa lampe.
A titre d'exemple une lampe LED de 6W de marque Philips fournit 440 lumens

Cette puissance doit être diminuée des pertes dues aux équipements inhérents à ce type d'installation : 25% max¹⁰⁸ pour l'onduleur qui transforme le courant continu des panneaux ou des batteries en courant alternatif de type Sonelgaz (220V et 50Hz), et 10% max pour les autres pertes : pertes en ligne, batteries et régulateur

Ce qui fait au total 35% de pertes max soit une puissance finale par panneau de :
 $100 - 100 \times 35\% = 65 \text{ W/c par m}^2$

La courbe de production d'énergie des panneaux photovoltaïque est une courbe de Gauss.



Cette courbe est optimale pendant 6h par jour de 10h à 16h. Par conséquent pour un usage de 12h/J la superficie des panneaux sera doublée et pour un usage de 24h/J, cette superficie sera multipliée par 4

Pour les locaux à caractère commercial, qui vont fonctionner pendant 12h, la puissance à installer sera donc double de la puissance appelée pendant les 6h de fonctionnement optimal de ces panneaux

$$3 \text{ W/m}^2 \times 8127 \text{ m}^2 \times 2 = 48\,762 \text{ W}$$

Pour les dépôts magasins et vide sanitaire les besoins en énergie sont évalués à 10% du temps « travail » de 12h soit 1,2h/J donc le 1/5 de la puissance nominale pendant les 6h de production :

$$1 \text{ W/m}^2 \times (5\,621 + 10\,059) / 5 = 3136 \text{ W}$$

¹⁰⁸ Source Sonelgaz filiale SKTM

Pour les couloirs et les halls qui pourront rester éclairés h24 la puissance à installer sera quadruple de la puissance appelée pendant les 6h de fonctionnement optimal de ces panneaux:

$$0,6W/m^2 \times (2\,364m^2 + 2\,200m^2) \times 4 = 10\,954W$$

La puissance totale à installer sera donc de :

$$48\,762 + 3136 + 10954 = 62\,852W$$

Comme un panneau de 100W a un rendement final de 65 W

La puissance finale à installer compte tenu de ce rendement sera de :

$$(62\,852W/65) \times 100 = 96\,695W$$

Et comme ces panneaux fournissent 100W/m²

On a une surface de : $96\,695W/100 = 967m^2$ de panneaux photovoltaïques

Ces panneaux seront installés uniquement sur la face sud pour un ensoleillement et un rendement maximal

Cette façade sud a 1131m² d'ouverture, donc pourra recevoir les 967 m² des panneaux photovoltaïques

➤ Intérêt par rapport aux solutions d'énergie classique (fossile) :

Une lampe LED de 6W fournit 440Lumen et est équivalente à une lampe classique de 60W¹⁰⁹.

Donc dans le cas d'une solution traditionnelle les 62 852 W de puissance appelée nécessiteront

$$62\,852 \times 10 = 628,5 Kw$$

Sonelgaz donne dans son dernier bilan¹¹⁰ une consommation spécifique nationale pour produire 1kWh de 2,371 Thermies /KWh

¹⁰⁹ norme R 4223 4 en matière de santé et sécurité du code du travail préconise en matière d'éclairage :

- 40lux=40lumens/m² pour les voies de circulation intérieures
- 60lux = 60 lumens /m² pour les escaliers et entrepôts
- 120 lux =120 lumens/m² pour les locaux aveugles affectés au travail permanent.

Chaque fabricant doit indiquer la puissance et le nombre de lumens de sa lampe.

A titre d'exemple une lampe LED de 6W de marque Philips fournit 440 lumens

¹¹⁰ Source Bilan Sonelgaz 2013

Le nombre de thermies nécessaires à la production d'une puissance de 628,5kW pendant 6h/J est :

$$628,5 \times 2,371 \text{ th/kWh} \times 6\text{h} = 8941 \text{ thermies/J}$$

Et pour tous les jours ouvrables de l'année :

$$8941 \text{ th/j} \times (365\text{j}-52\text{j}) = \mathbf{2\ 798\ 533\text{th/an}}$$

Et pour les jours non ouvrables de l'année (éclairage des couloirs et des halls) :

$$10\ 954\text{W} \times 10 = 109,5\text{Kw}$$

Le nombre de thermies nécessaires à la production d'une puissance de 109,5 Kw pendant 6h/J est :

$$109,5 \text{ kW} \times 2,371 \times 6 = 1557,75 \text{ thermies/J}$$

Et pour tous les jours non ouvrables d'une année :

$$1557,75 \text{ th/j} \times 52\text{j} = \mathbf{81\ 003\ th/an}$$

$$\text{au total : } \mathbf{2\ 798\ 533\ th + 81\ 003\ th = 2\ 879\ 536\ th}$$

A titre d'exemple en prenant la valeur de 8,80 th/m³¹¹¹ pour le gaz naturel on aurait :

$$\mathbf{2\ 879\ 536\ th / 8,80 = 327\ 220\ m^3 \text{ de gaz naturel qui seraient économisés chaque année}}$$

D'autre part la combustion de chaque m³ de gaz produit 1 880 g de CO² d'où :

$$327\ 220\ m^3 \times 1,880 = \mathbf{615\ 174\ kg \text{ de CO}^2 \text{ économisés /an}}$$

Conclusion : *la solution énergie renouvelable ,alliée aux économies d'énergie et à l'efficacité énergétique est de toute évidence la seule alternative crédible pour l'avenir du pays face à l'épuisement annoncé des ressources fossiles et l'augmentation de l'effet de serre reconnu par les institutions scientifiques internationales en relation directe avec l'augmentation de CO² produit par la combustion de ces énergies fossiles , ce qui génère une augmentation des températures moyennes au niveau mondial, créant ainsi des bouleversements climatiques majeurs entraînant toutes sortes de catastrophes naturelles (sécheresses, inondations etc...)*

NB :une notice pour le calcul du rendement en matière de coût de la solution photovoltaïque est jointe en annexe

¹¹¹ Ratio appliqué sur les factures Sonelgaz

6.5.Synthèse :

A travers l'ensemble des recherches effectuées sur les techniques utilisées et leurs détails ,nous pouvons dire que leur bon usage et leur application assurera un confort et un bon fonctionnement du projet .

Conclusion générale :

Dans le cadre de notre projet , nous avons essayé de répondre à une problématique urbaine vécue et un ensemble d'objectifs précédemment cités .

Cependant ,nous avons associé l'ensemble des contraintes structurelles , qualité architecturale et nouvelles technologies ,mais la conception d'un projet architectural ne peut jamais être conclue .Elle reste toujours sujette à vérification , à enrichissement , ou bien à des améliorations .

Par ailleurs on peut dire que la réussite d'un projet architectural doit suivre des étapes correctement enchainées apportant chacune sa synthèse ; la première concerne la formulation de la problématique ,la seconde concerne l'intégration du bâtiment dans son environnement et la troisième étape concerne le choix des fonctions et leurs conceptions ; enfin la dernière concerne l'utilisation de technologies au service de l'environnement ; pour ce projet nous avons essayé de respecter scrupuleusement toutes ces étapes.

Bibliographie

Ouvrages :

- Le Passage - Édition et réalisation artistique : Everest (Luxembourg) – 1999
- Neufert , 10^{ème} édition française et augmentée ,édition le Moniteur ,ISBN :9782100543175
- Neufert , 8^{ème} édition française et augmentée ,édition le Moniteur , ISBN :2100057596
- Elements de conception architecturale aspects conceptuels 3^{ème} édition ,Saïd MAAZOUZ ,
édition n°4575,OPU ,ISBN :9961.0.0717.4

PDF :

- Pdf Document ressource les ponts , académie Versailles , Matthieu Le Guen , Jean-Paul Pruvost , Pascal Pujades , Michel Loisy , 2007- 2008 .
- « Concepts et idées » cours théorie de projet,Pr Saïd MAAZOUZ
- « Habiter les ponts », François Lamarre et Marc Mimram, édition Lafarge, Paris, 2008 .
- La programmation en architecture et en aménagement ,concevoir et agir pour une opération de qualité, Conseil d'Architecture, d'Urbanisme et d'Environnement de la Seine-Maritime.
- Guide national d'équipement du pole ressources des lycées ,Avril 2011.
- Normes et standards des constructions scolaires
 - HVAC : Des principes à la théorie en passant par la pratique :notions de base ,TOME I , Préparé par Salvatore Morreale
 - Béton fibré à ultra hautes performances ,produit et applications , Holcim (Suisse)SA.
 - Archives des documents de la FAO ,produit par le département des pêches ,manuel de pisciculture artisanale en eau douce .
- Base de connaissance :construction d'étangs , outils et accessoires

Articles :

- La transition énergétique pour la croissance verte ,Edition : juillet 2015 , agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie .
- Une isolation thermique été comme hiver, 19/10/2012 .
- GUIDE PRATIQUE POUR LA CONSTRUCTION ET LA RENOVATION DURABLES DE PETITS BATIMENTS, RECOMMANDATION PRATIQUE CSS05 ,Bruxelles Environnement ,IBGE
- Propriétés acoustiques des matériaux & travaux de réhabilitation ,Suzel Balez, L5C 2007-2008 .
- Formation 2013 Bâtiment Durable SANTE ET CONFORT , Bruxelles Environnement ,IBGE , Magali BODART UCL – Architecture & Climat, 7 mars 2013 .
- La ventilation pour la qualité de l'air et le confort olfactif .

-Énergie solaire dans les bâtiments à consommation énergétique nette zéro ,Yves Poissant,
Ph.D. CanmetÉNERGIE, Ressources naturelles Canada

Site Internet :

<http://www.stigencivil.ac-aix-marseille.fr>

<http://img.over-blog.com/>

<http://files1.structurae.de/>

<http://paris1900.lartnouveau.com/>

<http://www.saint-luc-mons.be/stluc/documents/images/normandie.jpg>

<http://upload.wikimedia.org/>

<http://images-mds.staticskynet.be/>

<http://www.saint-luc-mons.be/>

<http://i-cms.linternaute.com/>

<http://www.all-free-photos.com/>

<http://www.justacote.com/>

<http://www.e-architect.co.uk/>

<http://static.dezeen.com/>

<http://www.designboom.com/>

<http://buildipedia.com/>

<http://structurae.info/>

<http://es.wikiarquitectura.com/>

<http://www.evolo.us/>

<http://p5.storage.canalblog.com/>

<http://www.evolo.us/>

<http://www.arch2o.com/>

<http://www.florence-tourisme.com/>

<http://www.aviewoncities.com/>

<http://images.travelpod.com/>

<https://vimeo.com/42928237>

<http://archinect.com/>

<http://www.centexbel.be/>

<http://www.memoireonline.com/>

<http://www.cnrs.fr/>

<http://www.infociments.fr/>

<http://www.monbeaubeton.com/>
<http://ds.arcelormittal.com/>
<http://www.lefigaro.fr/>
<http://www.sapagroup.com/>
<http://www.memoireonline.com/>
<http://www.batirenover.com/>
<http://www.lecoinsport.com/>
<http://cdt50.media.tourinsoft.eu/>
<http://www.tierjarten.de/>
<http://www.usinenouvelle.com/>
<http://stephanieschmitt.fr/>
<http://airwaysnews.com/>
<http://img.20mn.fr/>
<http://www.lemoniteur.fr/>
<http://static.seety.pagesjaunes.fr/>
<http://isolation.comprendrechoisir.com/>
<http://www.environnement.brussels/>
<http://stockage.univ-valenciennes.fr/>
<http://www.vti.fr/>
<http://f-electricite.fr/>
<http://www.agence-grenelle-environnement.com/>
<http://solterre.net/>
<http://www.les-energies-renouvelables.eu/>
<http://www.developpement-durable.gouv.fr/>
<http://www.energies-renouvelables.org/>
<http://www.eco-plombier.ch/>
<http://www.lepuitscanadien.fr/>
<http://www.mtaterre.fr/>
<http://www.futura-sciences.com/>
<http://www.futura-sciences.com/>
<http://pm22100.net/>
<http://www.zoom-algerie.com/>
<http://www.andi.dz/>

http://univbiskra.dz/mazouz/theorie_du_projet_3annee_lmd/Concepts_et_Id%C3%A9es_CGHT.pdf

https://www.google.dz/search?q=salle+de+cinema+architecture&biw=1600&bih=775&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi2qMK4mLvMAhXIXBQKHfz7A6IQ_AUIBigB&dpr=1#imgrc=PMnDno__KRdYvM%3A .

<http://www.miramas.org/>

<http://www.musee-gruerien.ch/>

<http://projet.setam.com/>

<http://www.ville-martignas.fr/>

<http://thumbs.dreamstime.com/>

<http://www.palestrasportsteamtreviso.it/>

<http://www.ardeles-tennisdetable.fr/>

<http://www.le-gym.fr/>

<http://i.skyrock.net/>

<http://www.agrumesproductions.net/>

<https://upload.wikimedia.org/>

<http://www.rabatchauffage.com/>

<https://lh3.googleusercontent.com/>

<http://french.5dmovietheater.com/>

<http://ponts-a-haubans.over-blog.fr/>

<http://fr.slideshare.net/aladinbrinsi/>

<http://www.toitel.com/>

<http://www.lamilux.fr/>

<http://i-cms.journaldunet.com/>

<https://canadianpond.ca/>

<http://votrejardin.e-monsite.com/>

<http://www.entreprisedeterrassement.fr/les-deblais/>

<http://votrejardin.e-monsite.com/>

Dictionnaire électronique :

www.larousse.fr/dictionnaires/francais/

<http://www.linternaute.com/>

Instruments d'urbanisme et documents officiels:

- Etude de révision et d'aménagement du plan d'urbanisme rapport final.Direction de l'urbanisme et de la construction .
- Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme :PDAU 2007.
- Plan d'occupation du sol :POS 2014.
- Révision du POS Oudjida Sud et Nord +extension Boudjida ,URBAT Tlemcen.
- Google earth

Thèses et mémoires :

- le pont habité comme solution pour l'aménagement urbain des villes de demain , Arthur GENTIAL , septembre 2002.
- « Pont habité » , Enoncé théorique de Diplôme, Olivier Dalang & Adrien Deillon, Prof. Enoncé :Elena Cogato-Lanza
- Pont habité , Enoncé théorique de Diplôme, Olivier Dalang & Adrien Deillon, Prof. Enoncé :Elena Cogato-Lanza
- Directeur pédagogique :Prof. Yves Weinand, Maître EPFL :Hani Buri, Janvier 2010 – EPFL – ENAC – Section d'Architecture – Master.
- Laura Langlois, pfe 16juin 2011 , école d'architecture de la ville & des territoires , densité aérienne :habiter le franchissement .