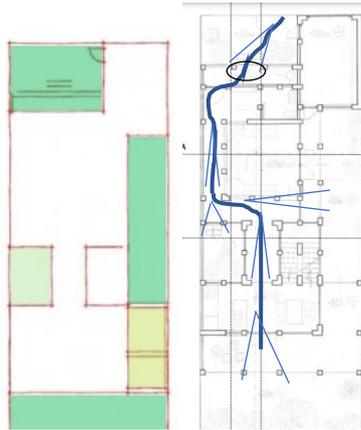
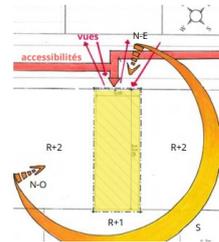


REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE MOHAMED BOUDIAF D'ORAN FACULTE  
D'ARCHITECTURE ET DE GENIE CIVIL  
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

Loubna KARA MOSTEFA

## Les approches aux notions de confort en architecture

Expérience didactique  
pour la conception du  
projet d'architecture



Polycopié

Matière Théorie de projet 2<sup>ème</sup> année

Présenté Décembre 2023



L'écoute des forces et espoirs du présent, la curiosité et le respect critique des réalisations humaines du passé et la recherche patiente d'une méthode mènent vers la découverte du projet. (Meiss P. V., 1993)



## SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION GENERALE :</b>	<b>1</b>
<b>COURS 1 : LA RECHERCHE DU CONFORT PAR L'APPROCHE DU MILIEU D'INTERVENTION</b>	<b>5</b>
Introduction : l'analyse comme processus de conception	5
1. Les éléments de lecture physique d'un site :	6
– La morphologie, l'accessibilité et l'environnement immédiat	6
– La végétation (confort climatique, sensoriel et visuel)	6
– Le vent et ses mouvements (confort climatique)	6
– L'ensoleillement	7
– Les vues	13
– Les critères de variation microclimatique	14
– Les données humaines et culturelles	14
2. Les éléments d'analyse d'un site et leurs recommandations :	15
– La morphologie, l'accessibilité et l'environnement immédiat	15
– L'élément végétal	17
– Cadrage des vues	20
– Le vent	23
– L'ensoleillement	24
3. La représentation codifiée de l'analyse	27
– Représentations de la végétation	29
4. Le schéma de zonage et de conception	29
<b>COURS 2 : DU SCHEMA DE ZONAGE A L'APPROCHE SPATIALE</b>	<b>31</b>
1. Introduction : le parcours comme processus de progression spatiale	31
2. Les procédés de rapprochement « nature-architecture »	31
– Par intégration	31
– Par imitation	32
3. La nature source de spatialité architecturale	32
4. Le parcours architectural et les relations spatiales	33
– Les relations spatiales « Intérieur-Intérieur »	34
– Les relations spatiales « Intérieur-Extérieur »	36
<b>COURS 3 : LE PARCOURS, DISPOSITIFS ET CONFORTS SENSORIELS</b>	<b>39</b>
1. L'homme et les mécanismes de sa mise en rapport à l'espace	39
i. La relation physique	40
– La relation visuelle	40
2. Les espaces : dispositifs et caractéristiques	43
– Les éléments horizontaux en rapport avec la terre	43
– Les éléments horizontaux en rapport avec le ciel	44
– Les deux plans horizontaux superposés	44
– Les éléments verticaux	45
3. Les sensations générées	46
– La bulle personnelle	46
– L'ellipse de vision	47

– La combinaison des deux sens.....	48
<b>COURS 4 : ORGANISATION DE L'ESPACE ET DE LA FORME ARCHITECTURALE .....</b>	<b>50</b>
1. Les principes d'organisation : .....	50
– L'ordre.....	50
– L'équilibre.....	50
– L'unité.....	50
– La proportion.....	50
– L'échelle .....	50
2. Les procédés de composition ou de mise en relation spatiale et formelle : .....	51
– La symétrie .....	51
– Le contraste .....	52
– La similitude.....	52
– L'Accent .....	53
– L'Urbanité .....	54
– 54	
– La composition avec le site naturel .....	55
3. Les outils d'organisation et de transformation d'une forme ou d'un espace unitaire : .....	55
– La ligne.....	55
– La surface.....	56
– Le volume : .....	57
– Possibilités de transformation formelle et spatiale .....	57
4. Les outils d'organisation et de transformation de plusieurs formes et espaces.....	58
<b>COURS 5 : LES RAPPORTS FORME-ESPACE-FONCTION .....</b>	<b>62</b>
1. Le diagramme comme mode de représentation des fonctions .....	62
2. Les rapports espace-fonction : .....	62
3. Les rapports espace-parcours : .....	63
4. Les rapports forme-parcours :.....	63
5. Rapport fonction-enseulement, un procédé bioclimatique.....	65
<b>COURS 6 : LES APPROCHES SPATIALES EN QUETE DE MATERIALITE .....</b>	<b>67</b>
1. L'espace de la structure .....	67
2. Le plan libre .....	69
3. Le Raumplan.....	70
<b>COURS 7 : LA MATERIALITE DE L'ESPACE ARCHITECTURAL ET SON RAPPORT AU CONFORT 74</b>	
1. Les murs porteurs : matériaux et techniques constructives .....	74
– La pierre.....	75
– La brique.....	78
– La construction en terre crue .....	80
2. Les ossatures poteaux-poutres : matériaux et techniques constructives :.....	82
– Le béton armé.....	82
– Le métallique .....	83
3. Les couvertures : matériaux et techniques constructives.....	84

– Les voûtes et les coupoles .....	84
– Les toitures en pente en bois.....	87
– Les toitures terrasses.....	89
4. Les escaliers traditionnels : le langage formel-structurel.....	90
<b>COURS 8 : L'IDEATION DANS LA CONCEPTION ARCHITECTURALE .....</b>	<b>94</b>
1. Les éléments matériels :.....	94
– Le site.....	94
– Le thème ou le programme .....	96
– Le matériau.....	97
2. Les éléments immatériels :.....	97
– Le concept .....	97
– Le mental .....	98
– La perception par l'esprit.....	100
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>102</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>104</b>

## LISTE DES FIGURES :

Figure 1 : Scénarios possibles selon les contraintes et les atouts prédominants. Réf. White Edward, 1983.....	5
Figure 2 : les représentations des données physiques du site. Réf. Internet, commenté par L. Kara Mostefa, 2017.....	6
Figure 3 : Schéma de zonage. Réf. Internet. ....	6
Figure 4 : Le comportement du vent selon les obstacles physiques. Réf : Internet. ....	7
Figure 5 : les saisons et la rotation de la terre inclinée autour du soleil. Réf. Internet. ....	8
Figure 6 : hémisphère nord plus exposé au soleil que .....	8
Figure 7 : les coordonnées géographiques. Réf. Internet. ....	9
Figure 8 : Calcul de la hauteur du.....	10
Figure 9 : la génération du diagramme solaire à partir de la désignation du lieu désiré sur la carte. Réf : SunEarthTools, généré par Loubna Kara Mostefa à partir du site, 2022. ....	11
Figure 10 : Le diagramme solaire annuel pour la ville d'Oran Latitude 35,7°. Réf : SunEarthTools, généré par Loubna Kara Mostefa à partir du site, 2022. ....	11
Figure 11 : la représentation dans l'espace céleste la course du soleil pour une latitude de 40° nord, à différentes saisons de l'année et une latitude de 80° proche du pôle nord. Réf : Internet. ....	13
Figure 12 : A gauche, diagramme solaire dans la zone du pôle nord, latitude 80° nord. A droite, diagramme solaire dans une région de l'hémisphère sud de la terre (Exemple en Afrique du Sud), latitude 33° sud. ....	13
Figure 13 : les facteurs de variation microclimatiques et leurs impacts sur les changements physiques dans un même lieu. Réf. : White Edward, 1983. ....	14
Figure 14 : lecture de l'environnement humain d'un site, types de population, type d'équipements et les flux de fréquentation. Réf. : White Edward, 1983.....	15
Figure 15 : Les deux alternatives d'implantation possibles du bâti dans un site en pente, en exprimant les avantages de l'implantation enterrée. Réf : Internet. ....	16
Figure 16 : Casa Scalesciani, 1974, Alberto Ponis architecte, Intégration et conception de la forme de la maison selon les courbes de niveaux du terrain. Réf. : <a href="https://drawingmatter.org/alberto-ponis-on-casa-scalesciani/">https://drawingmatter.org/alberto-ponis-on-casa-scalesciani/</a> .....	16
Figure 17 : l'impact de l'ombre de l'arbre sur le projet. Réf : Edward T. White, 1983.....	17
Figure 18 : le rôle de la végétation dans la définition des espaces et l'orientation. Réf. M. Sauzet Maurice, 2003. ....	17
Figure 19 : La végétation comme écran visuel. Réf : Sauzet Maurice, 2022. ....	18
Figure 20 : Le rôle de la végétation dans l'isolation acoustique. Réf : Edward T. White, 1983 .....	18
Figure 21 : la végétation entant que brise-vent et régulateur climatique. Réf : Edward T. White, 1983 et <a href="https://engineeringdiscoveries.com/how-home-ventilation-works/">https://engineeringdiscoveries.com/how-home-ventilation-works/</a> .....	18
Figure 22 : Différentes formes de stabilisation des talus et pentes par des plantations. Réf : Internet. ....	19
Figure 23 : Les différents usages de la végétation en milieu architectural et urbain. Réf : Internet.....	20
Figure 24 : différents dispositifs architecturaux utilisés dans le cadrage des vues proches et lointaines. Réf : Sauzet Maurice, 1996.....	21
Figure 25 : Cadrages par percements dans un contexte naturel, B Garden (complexe d'hôtes pastoral), 3andwich Design/He Wei Studio architects, 2017. Réf : <a href="https://www.archdaily.com/890974/b-garden-3andwich-design-he-wei-studio">https://www.archdaily.com/890974/b-garden-3andwich-design-he-wei-studio</a> .....	21
Figure 26 : Cadrage des vues dans un contexte urbain vers des éléments singuliers. De gauche à droite : Ponctuer un parcours ou créer des repères. Ruelles aux M'zab, Ghardaia. Réf. : Loubna Kara Mostefa, 2017.....	22

Figure 27 : approche architecturale introvertie, contexte bâti exigeant l'intimité. NISHIMIKUNI house, Yodogawa Ward, Arbol Architect, 2013. Réf : <a href="https://www.archdaily.com/526609/house-in-nishimikuni-arbol-design">https://www.archdaily.com/526609/house-in-nishimikuni-arbol-design</a> .....	22
Figure 28 : Dispositifs de canalisation des vents pour protéger les édifices. Réf : <a href="https://engineeringdiscoveries.com/important-information-with-illustration-every-engineer-need-to-know/">https://engineeringdiscoveries.com/important-information-with-illustration-every-engineer-need-to-know/</a> .....	23
Figure 29 : Configuration architecturale et fonctionnement du malkaf (capteur d'air).....	23
Figure 30 : Orientations préférentielles des espaces domestiques selon l'orientation de l'ensoleillement. Réf. : Internet. ....	24
Figure 31 : Plans et coupes schématiques illustrant les différents dispositifs de protection du rayon solaire, dans un même lieu, en été, sans obstruer son passage en hiver. Réf. : Loubna Kara Mostefa, 2021.....	25
Figure 32 : Coupes illustrant l'impact des inclinaisons du rayon solaire en hiver et en été sur l'espace de vie et sa profondeur, les dispositifs du débord-de-toit et leurs dimensions afin de protéger la façade et le lanterneau du soleil en été et la captation du rayonnement en hiver. Réf. : Internet.....	26
Figure 33 : illustrations des différents usages des dispositifs de protection solaires. Réf. : Internet. ...	26
Figure 34 : différentes stylisations d'une même représentation codifiée des éléments d'analyse. Réf. : Grant W. Reid, 2006, Internet.....	27
Figure 35 : le rapport entre la représentation 2D et 3D, entre les courbes de niveau et les contours du relief en coupe et en axonométrie. Les formes de pentes et la méthode de projection. Réf. : Internet. ....	28
Figure 36 : Certaines représentations planimétriques de la végétation et en élévation des arbres selon leurs silhouettes. Réf. : Grant W. Reid, 2006. ....	29
Figure 37 : schéma d'implantation ou de zonage indiquant les résultats de l'analyse, les zones fonctionnelles globales et les parcours préférentiels majeurs. Réf. : Sauzet, Internet. ....	30
Figure 38 : superposition des éléments d'analyse du site des premières éléments d'esquisse du plan de zonage .....	30
Figure 39 : L'usage des éléments de la nature, en haut : par intégration, en bas : par imitation. Réf. : Internet.....	32
Figure 40 : Dispositifs empruntés de la nature. Réf. : Internet.....	33
Figure .....	42
.....	34
Figure 41 : Succession séquentielle et dispositifs d'articulation. Réf. : L. Kara Mostefa, 2019.....	34
Figure 43 : Progression des expériences physiques et visuelles dans une petite maison. Réf. : Sauzet, Entre dedans et dehors, 2008 .....	35
Figure 44 : Exemple bibliographique présentant des contraintes bâti, climatiques et culturelles qui se rapproche du contexte algérien, Plan et progression du parcours vers et dans la maison. Réf. : Internet. ....	35
Figure 45 : Application en Atelier : Approche du projet par le parcours : multiplier les expériences physiques et visuelles. Réf. : Projet d'Atelier dirigé par Deheina N. et Kara Mostefa L., étudiante Hakiki A., 2021-2022. ....	36
Figure 46 : les patios entre tradition et modernité. Réf. : Internet. ....	37
Figure 47 : dispositifs positifs de 1 <sup>er</sup> degré incluant les terrasses couvertes, les galeries et les porches. Réf. : L. Kara Mostefa, 2022. ....	38
Figure 48 : Deux cas de transitions combinées entre deux dispositifs. Réf. : Internet.....	38
Figure 49 : représentation planimétrique des sphère selon Edward T. Hall. Réf. : <a href="https://fr.wikipedia.org/wiki/Prox%C3%A9mie">https://fr.wikipedia.org/wiki/Prox%C3%A9mie</a> .....	40

Figure 50 : Les champs visuels en deux et trois dimensions. La représentation des limites spatiales physiques selon les limites de l'ellipse de vision. Réf. : (Cousin, 1980). .....	41
Figure 51 : les proportions en trois dimensions et l'inscription de l'ellipse de vision dans le rectangle d'Or. Ref : L. Kara Mostefa, 2021. ....	42
Figure 52 : l'impact de l'ellipse de vision sur les dimensions des ouvertures. ....	42
Figure 53 : le rapport entre les dispositifs et les axes de mouvement. ....	43
Figure 54 : différents dispositifs pour différents degrés de définition d'un même espace. Réf : (Ching, 2019). ....	43
Figure 55 : Des éléments horizontaux définissant des espaces prépositifs. Réf. : Internet. ....	43
Figure 56 : surfaces planes au sol. Réf. : Internet. ....	44
Figure 57 : Des éléments horizontaux de couverture définissant des espaces positifs. Réf. : Internet. ....	44
Figure 58 : Deux plans horizontaux superposés. Réf. : Internet. ....	45
Figure 59 : Des éléments verticaux définissant plusieurs degrés de positivité. ....	45
Figure 60 : Sensation de non-resserré dans un espace de 1.70m de largeur. Réf. : L. Kara Mostefa, 2021 ; .....	46
Figure 61 : Rapports entre les ellipses de vision et les proportions de l'espace et les sensations générées. Réf. : L. Kara Mostefa, 2021. ....	47
Figure 62 : Sensation d'oppression : mise en évidence des deux plans horizontaux qui débordent horizontalement des limites de l'ellipse de vision. Réf. : Internet. ....	48
Figure 63 : Vues sur deux corridors de largeurs et de sensations différentes. Réf. : Internet. ....	48
Figure 64 : les proportions de l'organisation de l'espace urbain et du bâti sont à l'échelle de l'homme (à gauche) et Hors-échelle (à droite). Réf. : Internet. ....	51
Figure 65 : A gauche : La bibliothèque communale (Ex. La cathédrale du Sacré-Cœur d'Oran), à droite : NISHIMIKUNI house, Yodogawa Ward, Arbol Architect, 2013. Réf. : L. Kara Mostefa, 2020, internet. .	51
Figure 66 : les différents supports de représentation graphique d'un même édifice qui permet des lectures de contraste de lignes de surfaces et de volumes. Pavillon d'exposition allemand de Barcelone, Mies Van Der Rohe architecte, 1929. Réf. : Internet. ....	52
Figure 67 : Similitude des éléments architecturaux ou des ensembles architecturaux, emploi des matériaux et techniques constructives. Réf. : Internet. ....	53
Figure 68 : différents accents complétant des compositions formelles ou spatiales ou une forme monolithique. Réf. : Internet. ....	53
Figure 69 : Façades urbaines contemporaines et édifices intégrés dans l'environnement bâti existant, alignement, hauteur, ouvertures, couverture. Réf. : Internet. ....	54
Figure 70 : Urbanité d'intégration par contraste dans un site hétérogène. Introversion pour l'intimité. Réf. : Nishimikuni house, Yodogawa Ward, Arbol Architect, 2013. ....	54
Figure 71 : Edifices intégrés dans leurs sites. Réf. : Internet. ....	55
Figure 72 : En haut, les éléments structurels en bois permettent le support des différents espaces et constituent des éléments de rappel unificateurs (Une maison au Japon). En bas, les montants en bois d'encadrement des ouvertures et les lignes que dessinent les plans horizontaux sont prolongés à l'intérieur sous différents formes, caissons du planchers, marches, garde-corps, ... etc (Bachman-Wilson House, Franck Lloyd Wright architecte, 1954). Réf. : Internet. ....	55
Figure 73 : la ligne comme outil d'organisation et d'unification des deux niveaux du patio, exprimée à travers les colonnes et la mosaïque verticale (Maisons de la casbah d'Alger). Réf. Internet. ....	56
Figure 74 : Organisation de la conception du projet dominé par la mise en valeur des planchers (Fallingwater house, 1935, Illinois, USA ; Robbie house, 1909, Pennsylvanie, USA). Réf. : Pfeiffer, Wright, 2004. ....	56

Figure 75 : Organisation de la forme à partir du volume du vide : En haut, Bibliothèque Publique Arab en Arizona, Richard et Bauer architectes, Arizona, 2009 ; en bas : Complexe fortifié et maison à patio. Réf. : Internet.....	57
Figure 76 : Différentes possibilités de transformations spatiales et formelles. Réf. : Internet. ....	58
Figure 77 : Les possibilités d'organisation des rapports entre les volumes et les espaces. Répertoireés par Ching (Ching, 2019). Réf. : Illustrations schématiques par L. Kara Mostefa, 2022. ....	59
Figure 78 : Exemples architecturaux représentant les possibilités d'organisation citées précédemment. Réf. : Internet.....	60
Figure 79 : L'organisation de plusieurs espaces et formes : linéaire, tramée, centrale et radiale. Réf : Internet.....	61
Figure 80 : Diagramme organisationnel des fonctions et leur insertion sur site.....	62
Figure 81 : Diversité des formes d'habitations et permanence des fonctions et rapports spatiaux (F. L. Wright architecte). Réf. : J. Risku, 2015, modifié par : L. Kara Mostefa.....	63
Figure 82 : les différents rapports espaces-parcours, de gauche à droite : distribuant, traversant, aboutissant. Réf. : (Ching, 2019).....	63
Figure 83 : Les rapports basiques entre forme-parcours à une échelle réduite. Réf. : L. Kara Mostefa, 2020.....	64
Figure 84 : les rapports forme-parcours. Réf. : Internet. ....	64
Figure 85 : Dispositions souhaitables des espaces selon l'orientation par rapport au soleil quand ce dernier progresse par le Sud .....	66
Figure 87 : Quelques dispositifs de protection selon la hauteur et l'azimut du soleil et la fonction des espaces. Réf. : L. Kara Mostefa, 2020 .....	66
Figure 88 : L'espace abstrait et ses possibilités d'expression architecturale définies par l'espace de la structure. Réf. : Internet. ....	68
Figure 89 : Espace de la structure : Concordance entre l'espace et la structure. Juxtaposition, articulation des espaces. Réf. : Internet. ....	68
Figure 90 : Plan libre : espaces délimités par des éléments verticaux indépendants de la structure portante. Continuité des espaces. Libre expression de l'enveloppe et des façades, en porte-à-faux ou en retrait. Réf. : Internet.....	70
Figure 91 : Variété des espaces et de leurs rapports. Simplicité formelle. La multitude des niveaux intermédiaires et des perspectives plongeantes. Réf. : Internet.....	71
Figure 92 : L'évolution de deux projets selon les phases : Conception spatiale et parcours- Espace de la structure- Plan libre. Réf. : Projets d'étudiants 2 <sup>ème</sup> année LMD dirigés par N. Deheina et L. Kara Mostefa, (maisons individuelles, Mostghanemi Housseem, Ouzana Ismehene Aicha, 2022). ....	72
Figure 93 : les rapports pierre brut ou taillée -techniques de mise en œuvre basique-forme-espace. Réf. : Internet et L. Kara Mostefa.....	76
Figure 94 : Les différents types d'appareillage de la pierre et règles de mise en œuvre. Réf. : (Rouvière, 2002), (Casanovas, 2012). ....	77
Figure 95 : Rapports brique-technique-forme-espace. Réf. : Internet. ....	78
Figure 96 : Les différents types d'appareillage de la brique et règles de mise en œuvre. Réf. : Internet. ....	80
Figure 97 : Edifices construits avec des murs porteurs en terre avec la bauge, l'adobe, la BTC et le pisé. Architectes Hassan Fethi, Francis Kéré, Paul Casalonga et François-Xavier Bartoli. Réf. : Internet. ....	81
Figure 98 : structures portantes en bois traditionnelles et modernes, à colombage et en pans de bois. Réf. : Internet.....	82
Figure 99 : 1. Concept Dom-Ino, : Le Corbusier Architecte, 1914, Modèle Biennale d'architecture de Venise, 2014. 2. Poteau champignon (Colonne Nénuphar), F.L. Wright Architecte, SC Johnson Administration Building, 1939. 3. Koshino House, Tadao Ando Architecte, 1984.....	83

100 : La conciliation entre la structure métallique épurée, le rapport à l'espace extérieur à travers la baie vitrée et la fluidité et la variété des formes spatiales, réalisations de Mies Van Der Rohe.....	84
Figure 101 : La géométrie qui organise l'espace et sa matérialité. Réf. : travaux d'étudiants 2 <sup>ème</sup> année, Atelier N. Deheina et L. Kara Mostefa, 2018. ....	85
Figure 102 : 1. Voute nubienne : exécution sans coffrage. 2. La descente de charge et l'acheminement des poussées exercées sur les arcades, les murs porteurs de la voute et les appuis ponctuels des voutes croisées. 3. voute nervurée et différentes expressions spatiales. Réf. : Internet. ....	86
Figure 103 : 1. Le tracé et maquette grandeur 1/1 d'une coupole sur triangles sphériques complète et surhaussée. 2. Coupole sur pendentifs en trompes et coupole surélevée sur tambour. ....	87
Figure 104 : les différents types de couvertures. Réf. : Internet. ....	87
Figure 105 : composition d'une charpente traditionnelle et la qualité des espaces aménagés en sous-pente et en double-hauteur. Réf. : Internet. ....	88
Figure 106 : composition d'une charpente industrielle et vue sur l'espaces couvert. Réf. : Internet. ...	89
Figure 107 : Les espaces structurés par les poutrelles apparentes dans les maisons de la casbah d'Alger et du Mزاب. Réf. : Internet et L. Kara Mostefa.....	89
Figure 108 : la mise en œuvre d'un escalier sur arc rampant. Réf. : (Viollet-Le-Duc, 1868), Internet...	90
Figure 109 : La mise en œuvre d'un escalier sur voûte en berceau rampante. Réf. : (Viollet-Le-Duc, 1868).....	91
Figure 110 : Etapes de réalisation d'un escalier sur voute sarrasine. Réf. : Internet et L. Kara Mostefa. ....	92
Figure 111 : Des escaliers en encorbellement en pierre et en bois. Réf. Internet. ....	93
Figure 112 : L'idée suggérée par la forme du terrain. 1. the Flatiron, New York. 2. 57 logements sociaux, Paris. Réf. : Internet. ....	95
Figure 113 : L'idée suggérée par la géomorphologie du site. « Ncaved » project, Grèce, 2020, 2. « B Garden » project, Chine, 2017. Réf. : Internet.....	95
Figure 114 : le thème et le programme fonctionnel générateur de l'architecture. 1. Musée Guggenheim, F.L.Wright, N.Y., 1959. 2. Usine Fiat, le toit circuit, Giacomo Mattè Trucco, Turin, 1922, reconversion en jardins suspendus, 2021. 3. Exeter Library Building, Louis Kahn architect, New Hampshire, 1972.....	96
Figure 115 : Le rapport matériau fonction pour orienter l'idée du projet. 1. Maison du vin, Perraudin, Patrimonio, 2011. 2. Centre d'interprétation de Mapungubwe, Peter Rich, Afrique du Sud, 2009. Ref : Internet.....	97
Figure 116 : la conceptualisation dans la construction de l'idéation. 1. TWA aéroport, Eero Saarinen, New York, 1962. 2. Mosquée, Manço architects, Turquie, esquisse, 2011. 3. Bibliothèque Publique Arab en Arizona, Richard et Bauer architectes, Arizona, 2009. Réf : Internet. ....	100
Figure 117 : L'influence de L'Alhambra visitée par L. Barragan sur la conception du centre équestre Los clubes, Atizapan de Saragosse, Mexico, 1969. Réf. Internet. ....	101

## **INTRODUCTION GENENRALE :**

### **Introduction et objectifs**

L'enseignement du projet d'architecture dans le programme LMD a introduit des matières d'appui pour l'enrichissement des connaissances et des références théoriques. Elles abordent les notions nécessaires à l'élaboration des travaux de conception au sein des ateliers.

C'est dans cette perspective que ce document a été élaboré, dans le cadre de la matière « Théorie de projet » faisant partie de l'Unité d'Enseignement Fondamentale 3 (UEF3).

Le contenu de ce polycopié repose sur les orientations de l'enseignement de la matière du semestre 3 et dont l'objectif est la compréhension de la dialectique entre le site et le projet à travers sa fonction et sa forme ainsi que les espaces et usages, le tout dans une vision de relations intrinsèques entre ses différents éléments.

Ces connaissances sont dans la continuité des premiers acquis introduits au cours de la première année en architecture, à savoir, Théorie de projet 1 et 2 et Projet 1 et 2. Elles sont renforcées et enrichies avec de nouvelles données adaptées aux objectifs assignés à la deuxième année dans l'élaboration du projet en général et de l'habitat en particulier.

Ainsi le contenu abordera deux grands aspects dans une dialectique permanente et par une approche durable écologique, économique et sociale :

- Le site et les procédés d'intégration du projet (données physiques, perceptuelles et moyens d'intégration)
- Les notions de confort dans le bâtiment (spatiales, qu'elles soient physiques ou visuelles et sensorielles et dont le confort climatique est prépondérant).

### **Contenu et visés pédagogiques**

En Algérie, la conception du projet architectural en général et de l'habitat en particulier est confrontée à plusieurs problèmes qui incitent à l'exploration de références et de moyens adaptés au contexte local avec toutes ses composantes. Notamment dans le cadre du bouleversement mondial actuel où des solutions économiques, écologiques et rationnelles sont souhaitées. En parallèle, la quête de la qualité de la production architecturale et la cohérence du tissu urbain dans lequel elle s'inscrit est nécessaire. Cela induit l'exploration de la notion du "confort spatial" et son adaptation aux modes de vie et aux exigences du bien-être dans la conception des édifices publics ou des lieux d'habitabilité. Cette notion devient un impératif dans le processus de mise en relation entre l'homme et son environnement bâti ou naturel.

La sensibilisation à de nouvelles approches d'étude et de conception du projet en général et d'un habitat durable et qualitatif oriente l'enseignement pédagogique vers une notion cruciale et essentielle, celle de la « spatialité ». Elle considère l'homme au cœur des préoccupations conceptuelles afin de lui procurer le confort recherché dans son univers aussi bien de sociabilité qu'intime. «... lorsque le projet de l'espace prime nettement sur le projet de l'objet ; la volonté spatiale est l'âme vivante de la création architecturale ». (Schmarsow, 1897)

En conséquence, l'exploration des expériences entamées ailleurs<sup>1</sup>, a suggéré de repenser le projet d'architecture autour de sa dimension spatiale plus proche de l'homme et de ses besoins.

C'est ainsi que ce document de par son contenu vise à sensibiliser l'apprenti-architecte aux notions de confort physique, visuel et sensoriel, rattachés à l'espace architectural. Elles sont complémentaires et nécessaires aux outils didactiques développés en atelier afin d'établir un principe de rigueur et de discipline dans la réflexion et la production architecturale chez l'étudiant. Les cours de théorie suggèrent des pistes de réflexion et ont pour but de susciter l'esprit critique chez les étudiants en leur permettant de pousser leurs recherches de manière avisée. Il est important de les sensibiliser aux problèmes sociétaux en rapport avec leur contexte et des possibilités d'y répondre. Il est dispensé les notions essentielles et les différents moyens et outils permettant de procurer le bien-être à l'homme et à la société.

Les notions de « spatialité » et des « confort afférents » font appel à l'approche par le « Parcours architectural », ses caractéristiques ainsi que des dispositifs de transition adéquats entre l'intérieur et l'extérieur.

Les références théoriques et bibliographiques s'appuient sur des exemples puisés aussi bien des contextes bâtis locaux qu'internationaux, réalisés à différentes périodes de la construction : vernaculaires, modernes ou contemporaines. Néanmoins, le choix des exemples de par le monde est dicté par la similitude et le rapprochement avec le contexte physique, climatique et culturel local. En effet, il a été constaté chez les étudiants l'impact négatif de références inadaptées sur l'orientation de leurs conceptions. Elles sont souvent détachées des réalités urbaines, climatiques et culturelles locales. Ces références sont complétées par des projets d'étudiants qui ont expérimenté cette approche didactique de l'enseignement du projet architectural, sous le thème de l'habitat.

A des fins pédagogiques, l'apprentissage des notions de confort qu'elles soient physiques, visuelles ou sensorielles, dans le processus de conception seront abordées progressivement ou simultanément dans les cours. Ces derniers s'organisent en huit parties complémentaires qui correspondent aux phases réparties dans l'élaboration du projet en atelier :

1. L'approche au site et la notion d'insertion et d'exploitation de ses potentialités physiques et culturelles
2. L'approche spatiale entre intérieur/extérieur
3. Le parcours et la construction séquentielle
4. Le rapport espace/ forme
5. Le rapport espace/ fonction
6. Le rapport espace/ structure

---

<sup>1</sup> Il est fait référence à l'expérience du professeur P. V. Meiss à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne et de l'approche proposée par M ; Sauzet d'une architecture méditerranéenne et sensible et de la didactique proposée à travers ses ouvrages et son enseignement à l'école d'architecture de Marseille.

7. Le rapport espace/ matérialité architecturale
8. L'idéation et son rapport à la qualité spatiale

### **Structure**

Il est développé dans chaque partie les éléments suivants :

#### **La première partie : La recherche du confort par l'approche du milieu d'intervention**

Elle est conséquente et importante car elle extrait les étudiants de leurs pensées isolées pour les rattacher à l'importance de considérer le milieu d'intervention. Trois aspects sont alors traités :

1. La lecture du site et de son environnement avec ses composantes physiques (naturelles et urbaines), sociales et culturelles.
2. L'analyse de ces données afin d'orienter les premières réflexions d'intervention. Cette phase est fédératrice de la pensée et aboutit à un schéma d'intervention sommaire.
3. Les moyens de représentation adéquats car le dessin véhicule la pensée.

Cette première partie de lecture, d'analyse et de recommandation permet de repérer les éléments de confort potentiels existants dans leur milieu d'insertion. Elle mobilise les premières réflexions sur le projet et de son rapport avec son environnement, à travers un schéma de zonage sommaire.

#### **La deuxième partie : Du schéma de zonage à l'approche spatiale**

Il est introduit dans cette partie la notion de spatialité et l'approche du projet par le parcours. On aborde à ce propos, en premier lieu, les différents dispositifs spatiaux intermédiaires entre les espaces intérieurs et extérieurs, leurs caractéristiques et rôles tels que les loggias, les patios, les contre-espaces, les micro-jardins ... etc. Elle oriente la réflexion des étudiants vers la nécessité de rattacher le projet à son site et environnement. Le but étant de libérer l'étudiant de l'unique approche formaliste de composition de pleins et de vides dans l'élaboration des façades au profit d'une approche spatiale qui consiste à gérer les transitions entre un intérieur et un extérieur selon les différentes conditions physiques, climatiques et visuelles propres à un même lieu.

#### **La troisième partie : Le parcours en architecture**

Cette partie est importante car elle introduit la notion de déplacement dans la pratique des espaces à travers la succession séquentielle. Les étudiants sont, en premier lieu, sensibilisés sur l'impact des changements spatiaux sur notre confort psychologique, puis en deuxième lieu, il est identifié les dispositifs qui composent l'espace architectural, les possibilités de manipulation et de transformation spatiales ainsi que de l'impact des dimensions et des proportions sur les sensations physiques, visuelles et psychologiques qu'elles suscitent chez l'usagers.

### **La quatrième partie : Organisation de l'espace et de la forme architecturale**

Cette partie développe les principes d'organisation des espaces et des formes qui leurs sont dédiées et les outils d'organisation possibles. Il est mis l'accent sur la notion d'échelle humaine et de l'usage approprié des outils d'organisation selon les contextes et les besoins d'intégration du projet.

### **La cinquième partie : Les rapports espace-forme-fonction**

Il est souligné dans cette partie l'utilité de la cohérence des rapports entre les fonctions, les espaces et leurs formes d'expression afin qu'ils s'adaptent à leurs usages. Cette partie est reliée aux notions de transition spatiale abordées dans la deuxième partie. Les vocations fonctionnelles des espaces en rapport avec leurs orientations favorables précisent les dispositifs spatiaux appropriés (brise-soleils horizontaux et verticaux, les loggias ou les terrasses, les patios).

### **La sixième partie : les approches spatiales en quête de matérialité**

Cette partie introduit un élément important qui confère matérialité, corps et constructibilité au projet d'architecture. Il est abordé les rapports intrinsèques entre la structure et la genèse de l'espace. Il est défini et illustré les trois grandes catégories qui sont l'espace de la structure, le plan libre et le ramplan.

### **La septième partie : la matérialité de l'espace et son rapport au confort**

Cette expérimentation de la matérialité de la conception introduit la nécessaire familiarisation avec les matériaux, leurs avantages, inconvénients et possibilités de mise en œuvre ainsi que leurs impacts sur la perception de l'espace. Elle met en évidence le changement entre un espace imaginé et sa transformation par la matière.

### **La huitième et dernière partie : l'idéation dans la conception du projet architectural**

Il est exprimé dans cette partie la dimension intellectuelle de la production architecturale à travers différentes possibilités d'idéation du projet en l'inscrivant dans une sphère de créativité qui le caractérise et le définit. Il est abordé à cette fin, la construction de l'idée à partir de plusieurs éléments matériels et immatériels en rapport avec le site d'intervention, la fonction, l'usage attribué au projet ou la conceptualisation de notions rattachées à la thématique abordée.

## COURS 1 : LA RECHERCHE DU CONFORT PAR L'APPROCHE DU MILIEU D'INTERVENTION

### Introduction : l'analyse comme processus de conception

L'approche du projet architectural en général et de l'habitat individuel en particulier exige la compréhension du contexte physique, humain et culturel du site d'intervention. Elle se fait en deux phases, la phase de lecture puis la phase d'analyse. La lecture du site consiste à relever les caractéristiques du terrain d'intervention et de son environnement, ses atouts et contraintes ainsi que les données réglementaires relatives au coefficient d'emprise au sol (CES) et le coefficient d'occupation possible du sol (COS).

Ce n'est qu'en second lieu que le travail d'analyse de ces données peut être entrepris. Il implique un processus de réflexion qui met en relation et en interaction ces éléments. Cette phase cruciale du projet va permettre de :

- Tirer profit du site au moindre frais tout en respectant son équilibre.
- Diriger notre conception et intervention architecturale ou urbaine.
- Dédire des réponses : une logique d'implantation et d'organisation du projet dans le site.

Certaines contraintes ou atouts relevés sur le site vont être prédominants dans le processus d'analyse et suggèrent de ce fait des choix précis d'implantation ou d'organisation en plan et en élévation. Ces orientations relèvent d'une nécessité de fonctionnement, d'intégration ou de confort fondamentaux qu'exige le projet.

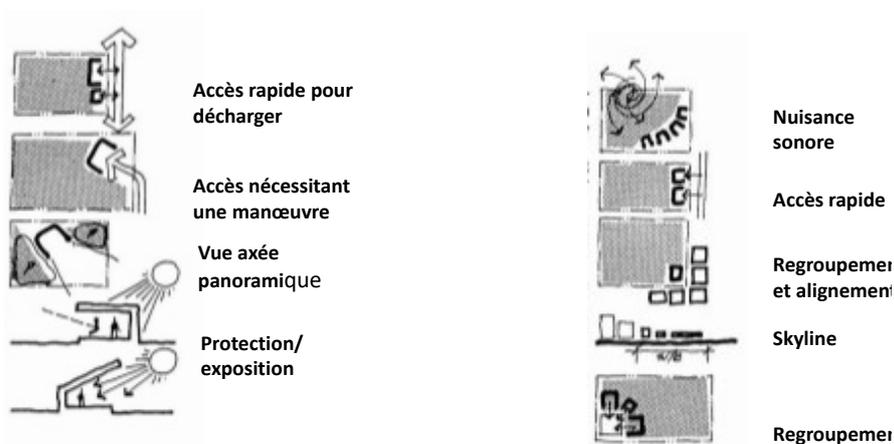


Figure 1 : Scénarios possibles selon les contraintes et les atouts prédominants. Réf. White Edward, 1983.

La représentation de l'analyse s'organise sous forme de « Schéma de zonage », « schéma d'implantation » qui suggère les idées premières et propose une esquisse préliminaire.

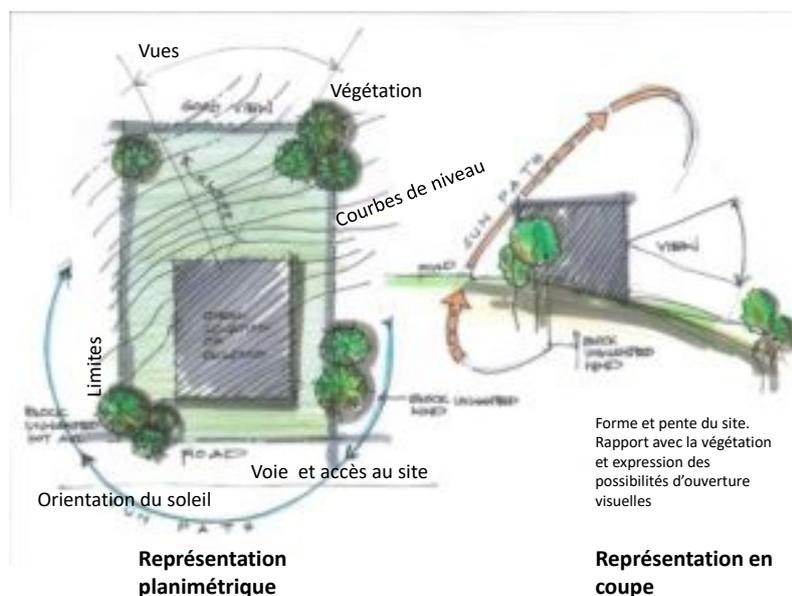


Figure 2 : les représentations des données physiques du site. Réf. Internet, commenté par L. Kara Mostefa, 2017

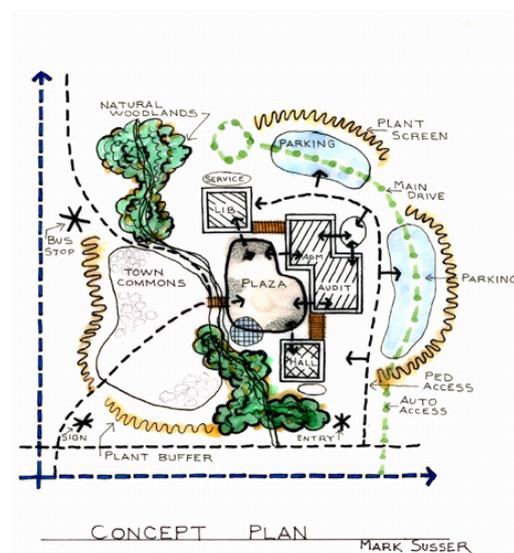


Figure 3 : Schéma de zonage. Réf. Internet.

## 1. Les éléments de lecture physique d'un site :

### – La morphologie, l'accessibilité et l'environnement immédiat

Les limites et la topographie du terrain (représentée par des courbes de niveau) nous renseignent sur sa forme, ses dimensions et son profil (plat ou en pente). Cela permet de déterminer les implantations et les terrassements possibles pour insérer le projet. Les possibilités d'accessibilité mécanique et piétonne et les traces des parcours pédestres, s'ils existent, viennent compléter ces données. L'implantation et la hauteur du bâti autour du terrain sont souvent des critères déterminants dans le processus d'analyse, d'où l'intérêt de les mentionner en plan et en élévation en accordant une attention particulière à leurs situations et silhouettes.

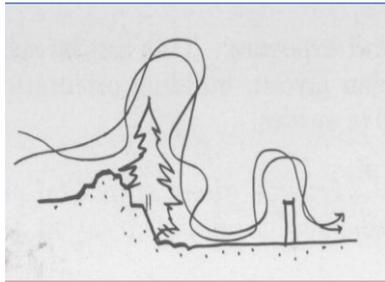
### – La végétation (confort climatique, sensoriel et visuel)

La végétation est un élément important dans la conception de l'environnement architectural et urbain. Ses nombreux atouts, dont l'ombre qu'elle procure contribuent à l'architecture et améliore le confort souhaité. L'impact des plantations et les profits recherchés sont en rapport avec la forme, la nature et les caractéristiques de la végétation, .... Ces critères conjugués à leurs dispositions par rapport à l'orientation solaire répondent aux besoins de protection ou d'exposition des espaces architecturaux ou urbains adjacents.

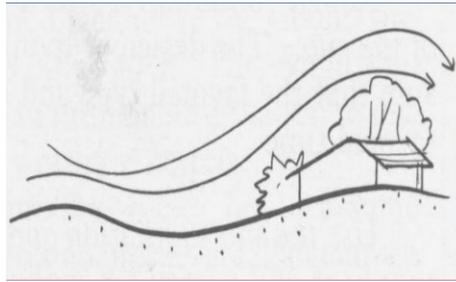
### – Le vent et ses mouvements (confort climatique)

Le vent est le mouvement de l'air dans notre atmosphère, il se forme à cause du réchauffement de l'air par le soleil. Suite à sa dilatation, l'air se met en mouvement et se déplace de manière irrégulière pour faire de la pression sur l'atmosphère environnant et engendre à cet effet le vent. Ce dernier se déplace de l'endroit où la pression est la plus élevée (milieu frais ou froid)

vers le milieu où elle est inférieure. Les vents dominants dans un site sont à déterminer car leurs mouvements et orientations peuvent constituer une potentialité comme une contrainte pour le projet. Selon l'effet thermosiphon la circulation de l'air, dans un même lieu, génère des micro-pressions dans plusieurs espaces, et à des altitudes différentes. Néanmoins, il est plutôt recommandé d'accompagner le mouvement de l'air et de le détourner que de vouloir l'arrêter. Les changements brutaux des hauteurs sont à éviter car ils créent des accélérations et des turbulences plus intenses.



Forme brutale causant des turbulences



Forme douce impliquant une circulation agréable de l'air

Figure 4 : Le comportement du vent selon les obstacles physiques. Réf : Internet.

#### – L'ensoleillement

La présence du soleil dans les espaces de vie est vitale. Cependant, son intensité et la durée de son rayonnement change d'un endroit à un autre et d'une saison à une autre. Ce changement est en premier lieu dû à l'inclinaison de l'axe de rotation de la terre de  $23,5^\circ$  par rapport au plan de son orbite et à la rotation de la terre autour d'elle-même. Une variation qui nécessite la détermination de la course du soleil dans un site à des moments différents de la journée et des saisons variées, dont les plus défavorables sont les équinoxes d'été et d'hivers (21 juin et le 21 décembre).

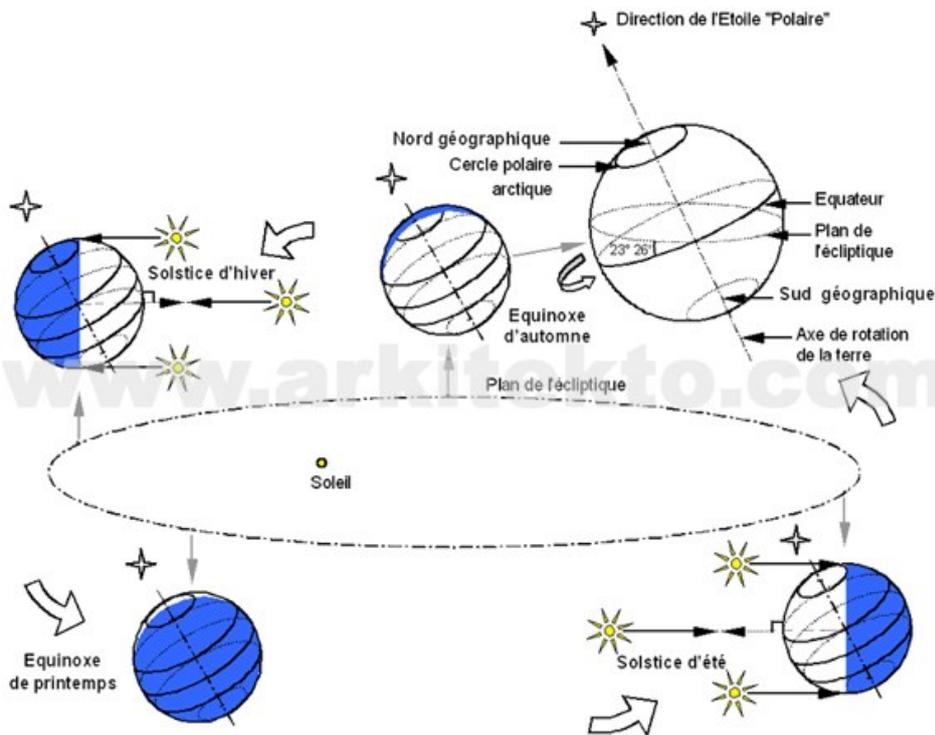
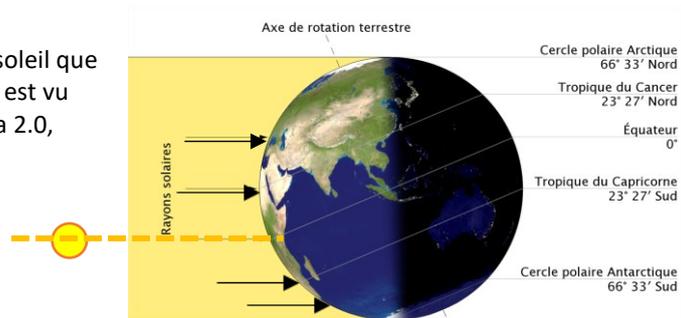


Figure 5 : les saisons et la rotation de la terre inclinée autour du soleil. Réf. Internet.

Figure 6 : hémisphère nord plus exposé au soleil que l'hémisphère sud en solstice d'été. Le soleil est vu au sud. Réf. citée de l'espace/ imcce /cc by-sa 2.0, traitée par L. Kara Mostefa.



Ce phénomène astrologique confère une importance aux latitudes géographiques (issues des parallèles) pour le positionnement des sites sur la surface de la terre et ainsi déterminer la course solaire en cet endroit précis. Elles ont pour repère l'équateur (0° latitude) pour se développer jusqu'à 90° au pôle nord et 90° au pôle sud. Dans ce cas, les méridiens (issues des longitudes) ne servent qu'au fuseau horaire. Les tropiques sont à des latitudes de 23,5° ce qui correspond à l'inclinaison de l'axe de la terre par rapport à son orbite horizontale, en conséquence, le soleil a une incidence de 90° à ce niveau une fois par an, au solstice d'été.

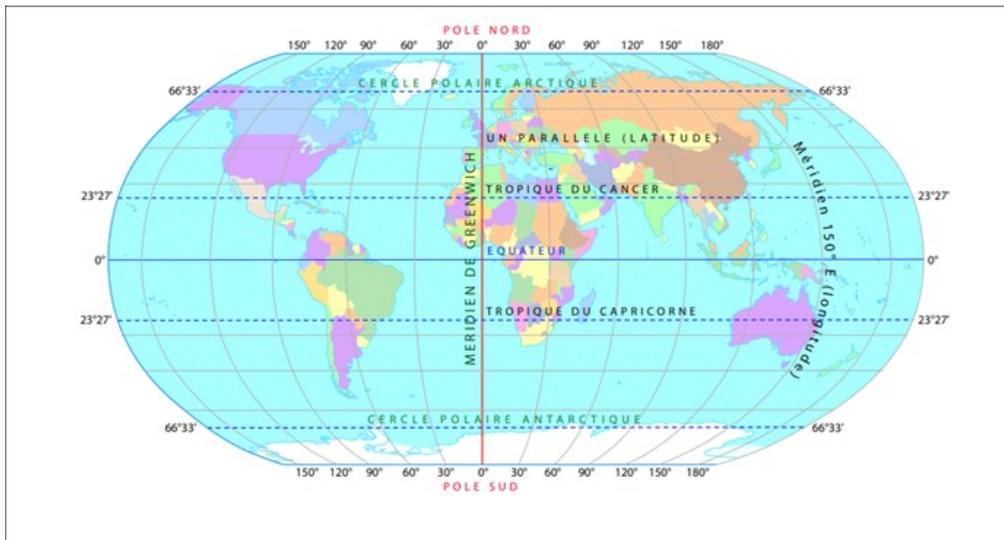
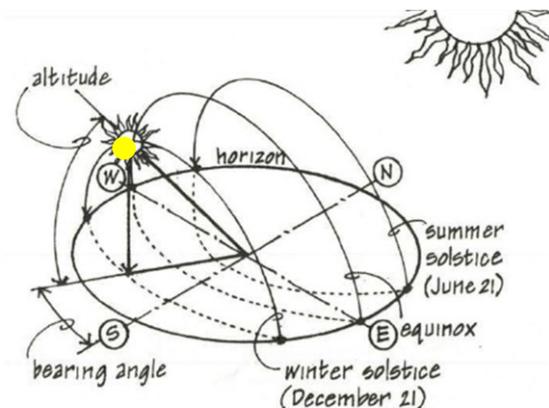


Figure 7 : les coordonnées géographiques. Réf. Internet.

Pour l'architecte concepteur, deux données de l'ensoleillement sont déterminantes dans un site afin d'optimiser le confort climatique, il s'agit des hauteurs et des azimuts en milieu de matinée et d'après-midi ainsi que les données où le soleil est au zénith, en milieu de journée 12.00h à 13.00h, soit au point le plus haut que ça soit au solstice d'été ou au solstice d'hiver.

En Algérie, la région de Tamanrasset au Sahara se situe sur le tropique du Cancer, ce qui expose cette région au pique de chaleur en Eté où le soleil est au Zénith (presque 90°).



Hauteur (altitude), position angulaire du soleil par rapport au plan de la terre.

Azimut (bearing angle), position angulaire du soleil par rapport au sud dans l'hémisphère nord. Dans le sens des aiguilles d'une montre

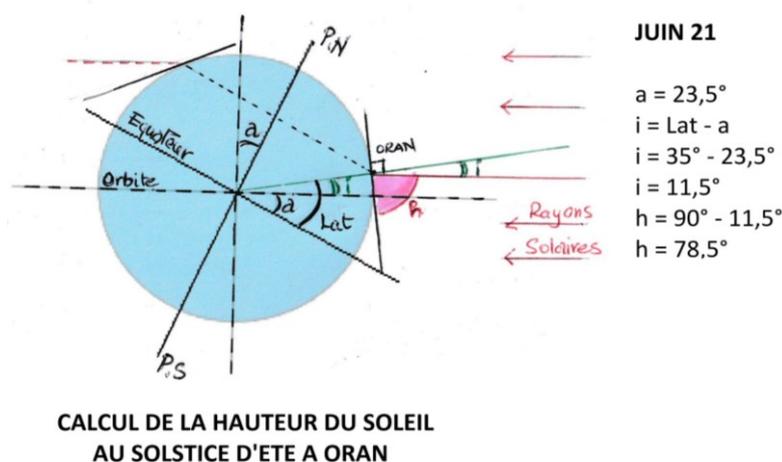


Figure 8 : Calcul de la hauteur du Soleil au solstice d'été à Oran.  
 Réf. Loubna Kara Mostefa

Sur le plan théorique, vu l'éloignement du soleil par rapport à la terre, les rayons solaires sont supposés parallèles dans un même lieu à un moment donné. Pour connaître la hauteur du soleil ( $h$ ) au solstice d'été ou d'hiver, il suffit de connaître la latitude ( $\text{Lat}$ ) du lieu. Comme l'inclinaison de l'axe de la terre est de  $23,5^\circ$  ( $a$ ), la soustraction va donner l'angle d'incidence du soleil ( $i$ ). Sachant que la hauteur du soleil est complémentaire à l'angle d'incidence, elle est ainsi obtenue par la soustraction de cet angle de  $90^\circ$ .

Le solstice d'hiver est calculé selon la position de la terre sur le côté opposé de son orbite par rapport au soleil. Dans ce cas, l'angle d'incidence ( $i$ ) est le résultat de l'addition de la latitude ( $\text{Lat}$ ) du lieu et de l'angle d'inclinaison de l'axe de la terre ( $a$ ). De la même façon, la hauteur du soleil est obtenue de la soustraction de cet angle de l'angle de  $90^\circ$ .

La course du soleil pendant toute l'année est générée par un diagramme solaire qui est pratiquement le même pour tous les endroits qui ont la même latitude.

La projection Orthogonale de la course du soleil sur le disque solaire nous donne des courbes où chaque point correspond à un horaire. Ce point indique la hauteur du soleil sur les cercles et un angle azimut calculé par rapport à l'axe du Nord ou du Sud selon la position du lieu.

Toutefois, il existe des logiciels de calcul très performants dont le plus répandu est « sunEarthTools.com », il suffit de positionner le soleil sur le lieu étudié pour générer le diagramme solaire annuel d'un endroit précis ainsi que les ombres propres et portées. Des logiciels de dessin (autocad, sketchup, archicad,.. ) sont aussi dotés d'outils de simulation solaire (Fig. 9).

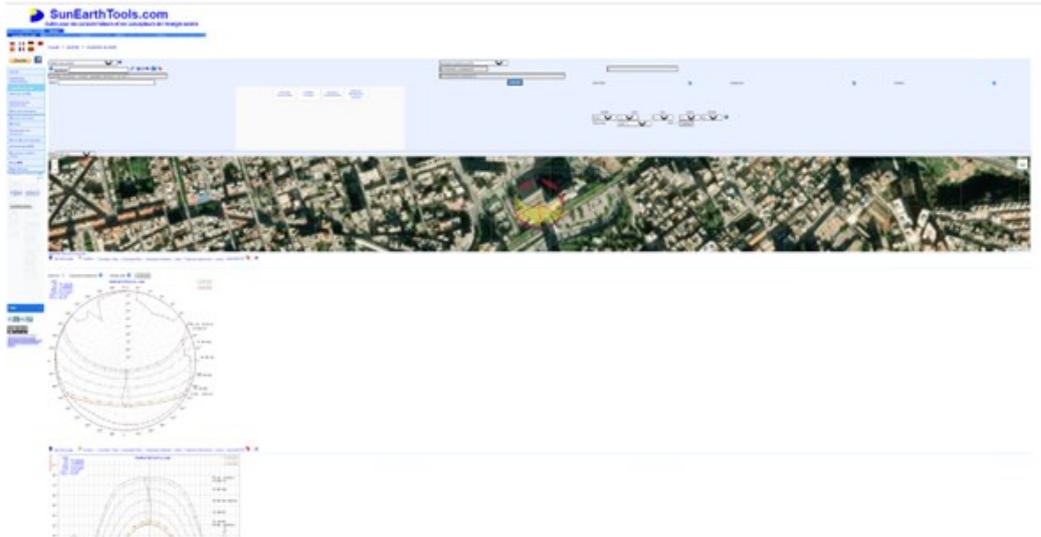


Figure 9 : la génération du diagramme solaire à partir de la désignation du lieu désiré sur la carte. Réf : SunEarthTools, généré par Loubna Kara Mostefa à partir du site, 2022.

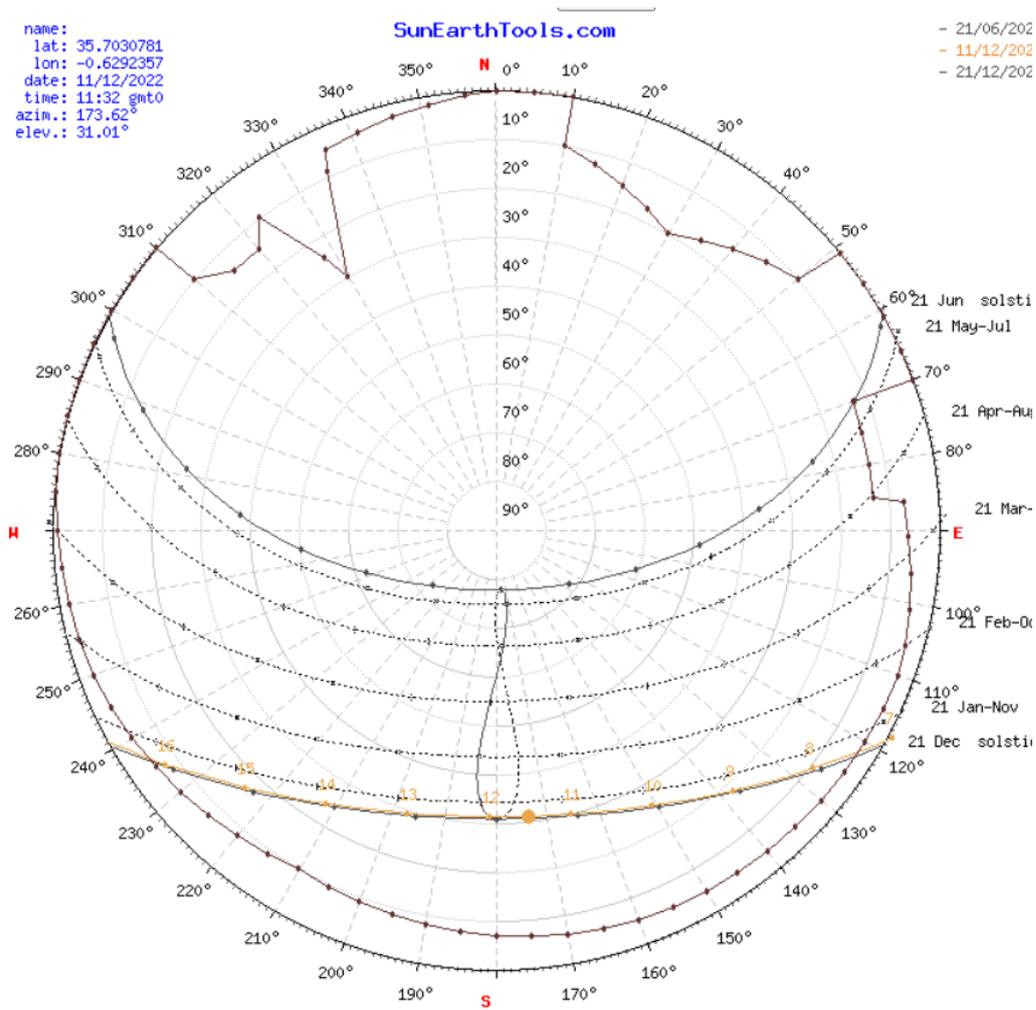


Figure 10 : Le diagramme solaire annuel pour la ville d'Oran Latitude 35,7°. Réf : SunEarthTools, généré par Loubna Kara Mostefa à partir du site, 2022.

La lecture du diagramme solaire est importante pour l'analyse d'un site. Elle permet d'effectuer des coupes et des profils sur le terrain ou le projet éventuel selon des orientations multiples.

Ce diagramme est une projection orthogonale des hauteurs et des azimuts des rayons solaires de la voûte céleste propre à un endroit donné avec une latitude définie sur un cercle. Les hauteurs sont représentées sous forme de cercles radioconcentriques de  $0^\circ$  (correspondant à la circonférence du cercle) jusqu'à  $90^\circ$  (le centre du cercle), et les azimuts sous forme de rayons angulaires du  $0^\circ$  nord jusqu'à  $360^\circ$ . L'intersection correspond à la position du soleil à un jour particulier d'une saison de l'année et dessine la trajectoire du soleil sous forme de courbes symétriques par rapport à l'axe nord-sud.

L'exemple illustré pour la ville d'Oran (Fig. 10) qui est aussi valable pour toutes les villes côtières en Algérie et tous les sites de par le monde qui ont une latitude de  $35,7^\circ$  présente la course du soleil à différents horaires de la journée ainsi que les azimuts et les hauteurs correspondants. A titre d'exemple, la course du soleil au solstice d'été, correspondant à la courbe du 21 Juin. Elle indique que le soleil se lève du nord-est à un azimut de  $59^\circ$  par rapport à l'axe du nord. La courbe commence à partir du cercle périphérique où la hauteur du soleil est  $0^\circ$  (le soleil à l'horizon) et indique l'heure aux environs de 5.00 h du matin si on compte les points sur la courbe solaire<sup>2</sup>. A midi, l'azimut est à  $180^\circ$ , soit en plein sud et le soleil est à sa plus importante hauteur pour ce jour, pour la saison et pour l'année. La courbe se situe sur le cercle compris entre  $70^\circ$  et  $80^\circ$  soit  $78^\circ$ . Le coucher du soleil est du côté nord-ouest au-delà de 19.00 h, d'un azimut  $299^\circ$  par rapport à l'axe  $0^\circ$  du nord et la hauteur est bien évidemment  $0^\circ$  et se situe en conséquence sur le grand cercle du diagramme. La plus petite courbe correspond à la trajectoire du soleil au solstice d'hiver, le 21 Décembre. Elle indique que le soleil se lève au sud-est d'un azimut de  $118^\circ$  à 7.00 h du matin et qu'à 12.00 h, en plein sud ( $180^\circ$ ), la hauteur du soleil est à  $31^\circ$ . Cette hauteur est la plus défavorable de la journée, de la saison et de l'année. Ainsi, dans un même lieu, on obtient des courbes de longueurs différentes selon la saison.

Cependant, dans les zones polaires les configurations des diagrammes sont particulières. Ces régions entre approximatives  $80^\circ$  et  $90^\circ$  degrés de latitude sont exposées pendant 6 mois au soleil et plongent dans l'obscurité de la nuit pour l'autre moitié de l'année. Cela se traduit sur le diagramme solaire par une trajectoire circulaire due à l'exposition permanente de cette surface réduite et inclinée au soleil. (Fig. 10 et 11). Le même dispositif est observé au pôle sud et aux régions limitrophes (Fig.12)

---

<sup>2</sup> L'horaire de référence étant systématiquement 12.00 h pour tous les points géographiques sur la terre. Ils sont rattachés au méridien Greenwich et se matérialise sur le diagramme solaire à l'intersection des courbes avec l'axe nord-sud.

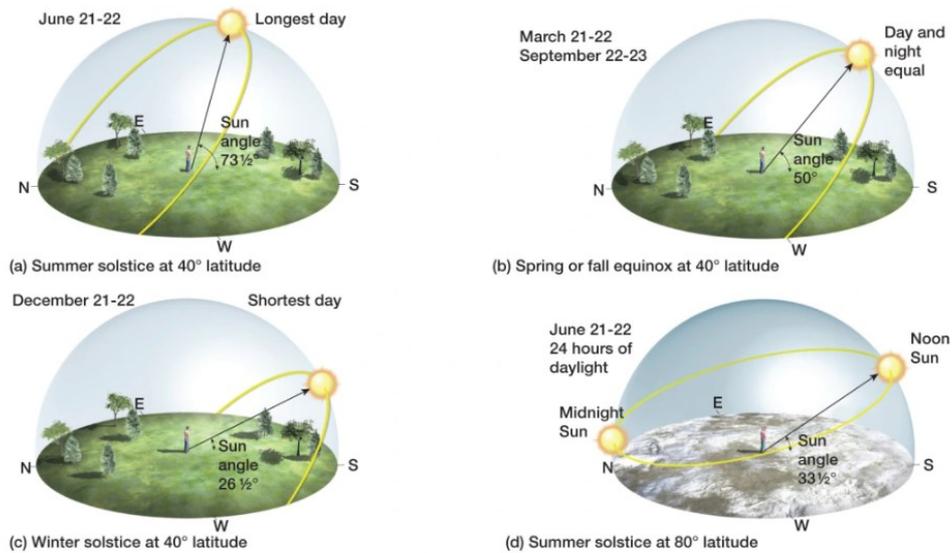


Figure 11 : la représentation dans l'espace céleste la course du soleil pour une latitude de 40° nord, à différentes saisons de l'année et une latitude de 80° proche du pôle nord. Réf : Internet.

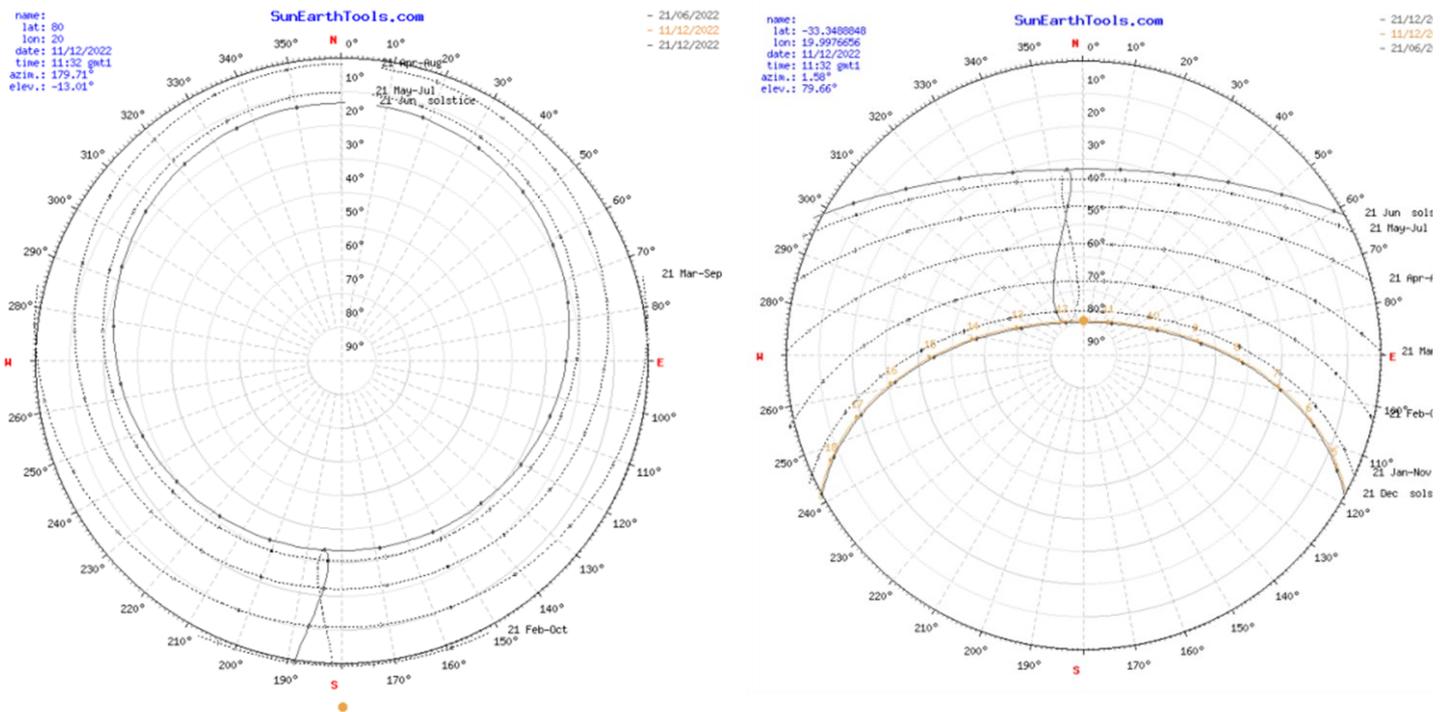


Figure 12 : A gauche, diagramme solaire dans la zone du pôle nord, latitude 80° nord. A droite, diagramme solaire dans une région de l'hémisphère sud de la terre (Exemple en Afrique du Sud), latitude 33° sud.

### — Les vues

Il est important dans un site donné d'identifier les potentialités visuelles existantes dans son environnement immédiat ou lointain. Et vice versa, l'importance du futur projet dans son

milieu naturel ou bâti peut faire de lui ou d'une partie de son ensemble un repère visuel ou un intérêt esthétique particulier. Ces potentialités permettent l'organisation des cadrages de vue afin de procurer un confort visuel et de créer une relation intérieur-extérieur enrichissante. Ainsi une scénographie variée et riche accompagne le parcours des usagers.

#### – Les critères de variation microclimatique

Il est entendu par variations microclimatiques, les changements climatiques constatés dans un même lieu et cela dépend de l'altitude, de la forme du terrain, de sa couverture, de l'orientation et de sa pente ainsi que de sa proximité à des plans d'eau. Ces facteurs influent sur la température, le taux d'humidité et la vitesse des vents dans un même lieu. En moyenne, la température diminue au minimum de 0,65 °C par 100 m de différence d'altitude et les vents s'accroissent en conséquence. Des altérations non négligeables, notamment, dans le cas de conception des tours où l'orientation des espaces et leurs altitudes ne peuvent être considérées de manière similaire.

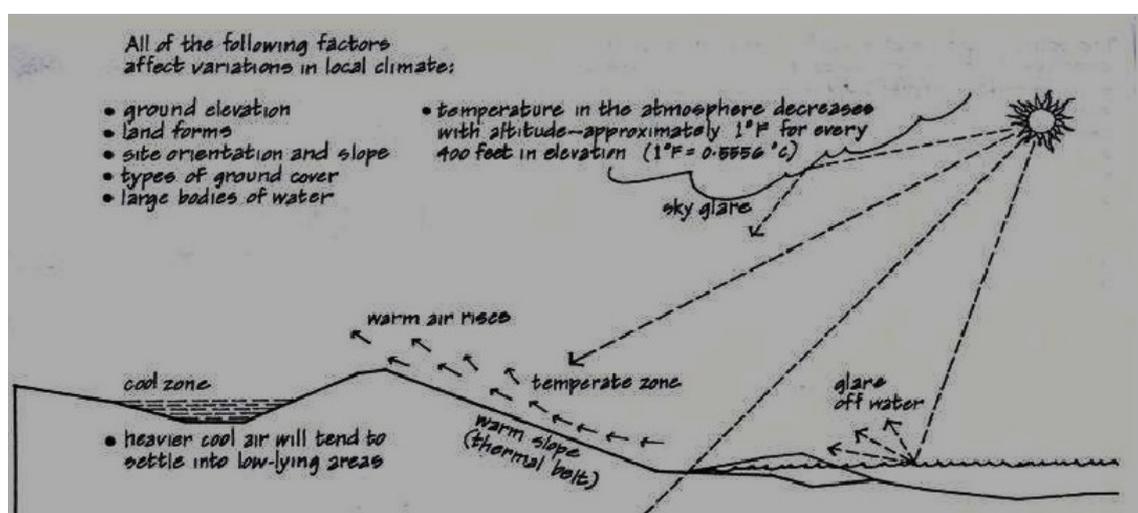


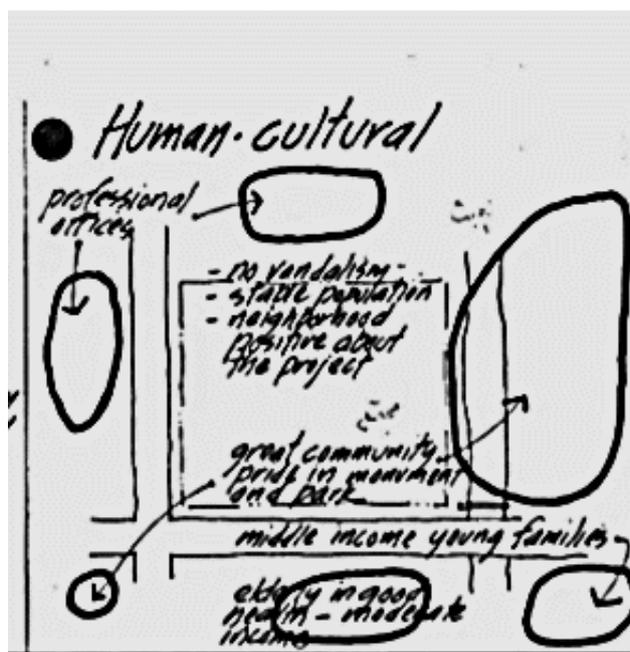
Figure 13 : les facteurs de variation microclimatiques et leurs impacts sur les changements physiques dans un même lieu. Réf. : White Edward, 1983.

#### – Les données humaines et culturelles

Deux aspects sont abordés dans ce dernier point :

Le premier est relatif aux données humaines qui font partie du vécu d'un lieu, elles concernent les fonctions dominantes, les pratiques et Les types de fréquentation dans l'environnement immédiat du site ainsi que des flux conséquents, comme il est diagnostiqué le type de population habitante dans le voisinage et ses particularités. Des visites répétées du lieu permettent de comprendre la vie dans ce milieu et d'anticiper son impact positif ou négatif sur le projet afin d'assurer l'intimité et la quiétude des futurs usagers dans leur maison ou d'éviter les incompatibilités de fonctionnement du projet et les pratiques constatées dans un lieu. Ces points sont à relever et à mentionner dans le schéma de zonage pour compléter les données physiques préalablement déterminées.

Le second est relatif aux données culturelles propres aux futurs usagers, comprendre leurs modes de vie, leurs cultures et besoins est déterminant dans la conception d'un lieu de vie qui correspond à leurs attentes et bien-être. Ce point est plus pertinent dans le cas de la conception de l'habitat, le besoin d'intimité et les habitudes des membres de la famille ou d'une communauté sont souvent déterminants. En général, ces critères relèvent d'un usage commun adopté par une société dans un contexte spécifique, sauf cas particuliers. L'architecte peut anticiper certains comportements par un travail d'observation de l'environnement bâti existant et des transformations opérées dans le temps et l'espace.



L'architecte note de son observation la présence d'immeubles de bureaux sur deux côtés mitoyens.

Et de résidences accueillant de jeunes familles à revenus moyens.

Le Parc à droite et le monument à l'angle drainent une communauté d'un certain niveau culturel.

Absence de vandalisme et acceptation du projet par le voisinage.

Figure 14 : lecture de l'environnement humain d'un site, types de population, type d'équipements et les flux de fréquentation. Réf. : White Edward, 1983.

## 2. Les éléments d'analyse d'un site et leurs recommandations :

### – La morphologie, l'accessibilité et l'environnement immédiat

L'étude du relief du terrain et les variations de sa dénivelée sont déterminantes de la forme et l'emprise du futur projet et contribuent aux confort multiples. Ainsi, l'analyse d'un terrain en pente peut suggérer deux alternatives pour l'implantation d'un projet, une implantation surélevée sur pilotis ou une implantation ancrée et intégrée dans la pente suite aux terrassements opérés. Ce dernier choix permet un meilleur respect du paysage et une meilleure intégration au site en s'insérant entre les courbes les plus espacées. Souvent, elle prédéfinit une configuration formelle éclatée en plusieurs entités. Sur un autre aspect, l'insertion dans la pente permet une économie du projet due à la réduction des surfaces à remblayer ou déblayer et fait profiter le projet de l'inertie de la terre qui permet la régulation de la température à l'intérieur des espaces.

Le souci d'intégration d'un projet dans le relief d'un site nécessite l'insertion des contours spatiaux du projet entre les lignes des courbes de niveau les plus larges. Cette approche est à

la fois économique et écologique. D'une part, elle permet de réduire les terrassements effectués pour assoir partiellement ou totalement le projet, et d'autre part, elle permet de tirer profit de l'inertie thermique de la terre qui maintient une température agréable à l'intérieur des espaces adjacents, indépendamment de la température environnante. Plusieurs alternatives formelles peuvent être envisagées, une forme compact, une forme éclatée en plusieurs parties du projet, articulées de plusieurs manières (voir partie consacrée à la composition et la transformation des formes et des espaces). Il est souvent préféré la répartition spatiale en plusieurs parties pour multiplier l'exposition des espaces à l'ensoleillement et la ventilation. Si les courbes de niveaux sont représentées en lignes discontinues, les nouveaux contours des courbes de niveaux après terrassement sont repris en lignes continues.

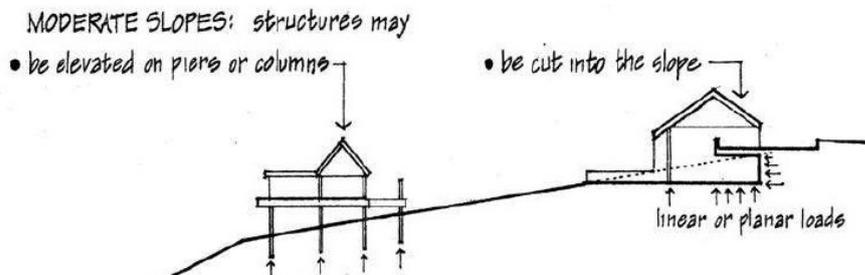


Figure 15 : Les deux alternatives d'implantation possibles du bâti dans un site en pente, en exprimant les avantages de l'implantation enterrée. Réf : Internet.

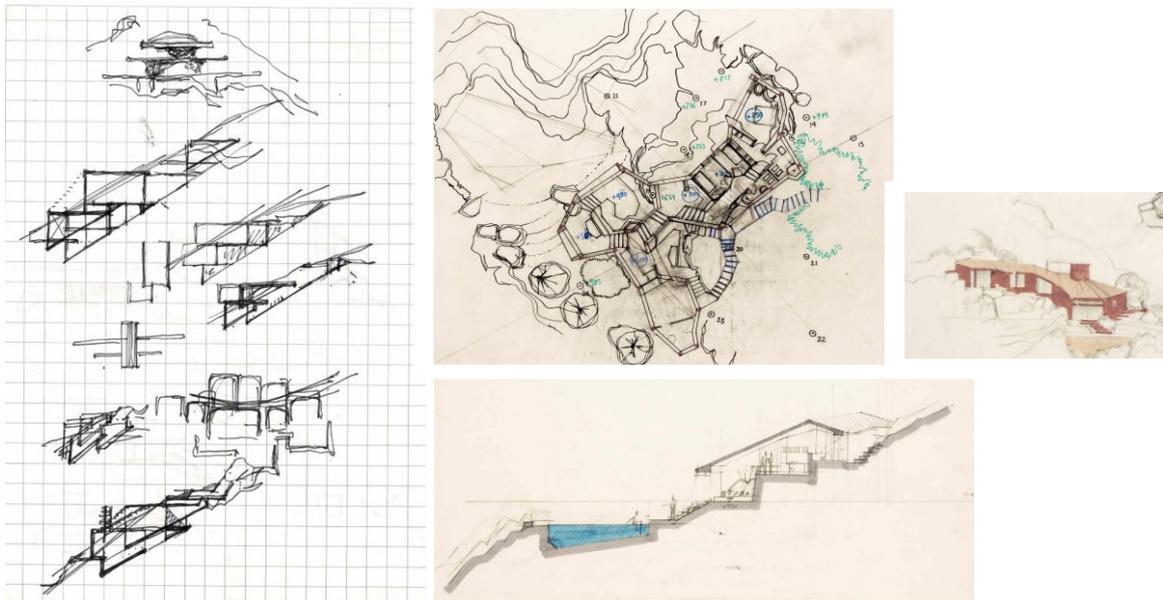


Figure 16 : Casa Scalesciani, 1974, Alberto Ponis architecte, Intégration et conception de la forme de la maison selon les courbes de niveaux du terrain. Réf : <https://drawingmatter.org/alberto-ponis-on-casa-scalesciani/>

### – L'élément végétal

La végétation est un composant physique important de notre environnement, par ses propriétés morphologiques, physiques et biologiques, elle devient un composant architectural sur plusieurs aspects. Ainsi, les architectes recherchent de plus en plus à l'intégrer dans la conception de leurs projets comme étant un élément fondamental du confort aussi bien climatique, paysager et en conséquence psychologique.

#### – *Procurer de l'ombre*

Cela dépend de la silhouette de l'arbre entre son tronc (partie inférieure) et son houppier (partie supérieure). On parle ainsi d'une silhouette arrondie, élancée, étalée, ramassée, en colonne large ou étroite, en cône large ou étroit ou pleureur, de sa taille, de son orientation par rapport au soleil, le type de feuillage (persistant ou caduc) (Stahli & Al., 2022) et la position des arbres par rapport au projet. En conséquence, un relevé précis de la végétation existante et une connaissance de la silhouette des arbres projetés autour du projet aura un impact sur l'architecture de l'ensemble et le confort souhaité.

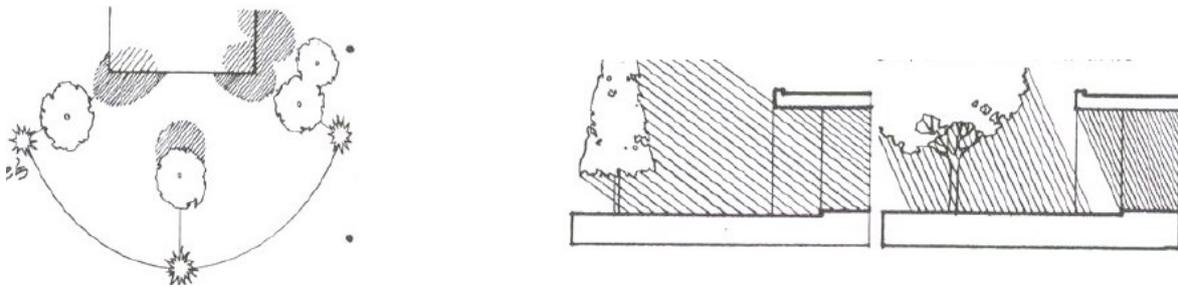


Figure 17 : l'impact de l'ombre de l'arbre sur le projet. Réf : Edward T. White, 1983.

#### – *Définir l'espace et diriger les vues*

La végétation est un outil agréable et souhaitable dans la définition des espaces et l'orientation des parcours en architecture. La qualité des moments de repos, de transition ou des séquences spatiales ajoute une plus-value au confort et au bien-être des usagers.



Figure 18 : le rôle de la végétation dans la définition des espaces et l'orientation. Réf. M. Sauzet Maurice, 2003.

– *Procurer un écran visuel et de l'intimité*

La vue voilée sur un cadrage visuel permet de voir sans être vu et permet une intimité totale aux usagers à travers l'écran végétal. C'est une solution douce et non encombrante dans un contexte aussi bien urbain que naturel.



Figure 19 : La végétation comme écran visuel. Réf : Sauzet Maurice, 2022.

– *Atténuer les nuisances sonores*

Le son a une forme de propagation radiale à partir de la source d'émission. La réfraction du son est parfois plus efficace qu'un écran construit tel un mur. La densité du feuillage multiplie la surface d'absorption et de réflexion du son, contrairement à une surface frontale maçonnée. La maîtrise et l'entretien des murs végétaux, grâce aux nouvelles technologies, multiplie le recours à cette technique de plus en plus recommandée pour ses avantages environnementaux.

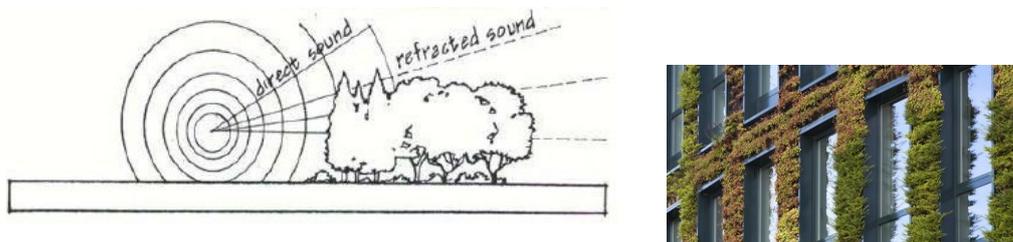


Figure 20 : Le rôle de la végétation dans l'isolation acoustique. Réf : Edward T. White, 1983

– *Brise-vent et régulateur climatique*

L'écran végétal peut réduire de 4 fois la vitesse du vent sur une façade exposée. Il est aussi un excellent régulateur climatique car il permet de procurer de la fraîcheur en été sur une exposition ensoleillée et d'estomper les vents froids pour les adoucir.

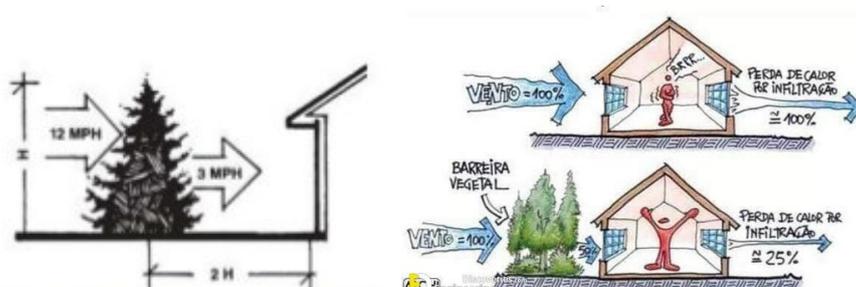


Figure 21 : la végétation entant que brise-vent et régulateur climatique. Réf : Edward T. White, 1983 et <https://engineeringdiscoveries.com/how-home-ventilation-works/>

– *Stabiliser la terre et prévenir les éboulements*

Contrairement aux murs de soutènement en béton ou en maçonnerie, les plantations végétales constituent un excellent stabilisateur des terres. Elles préviennent des éboulements en permettant une meilleure absorption et infiltration de l'eau des pluies.

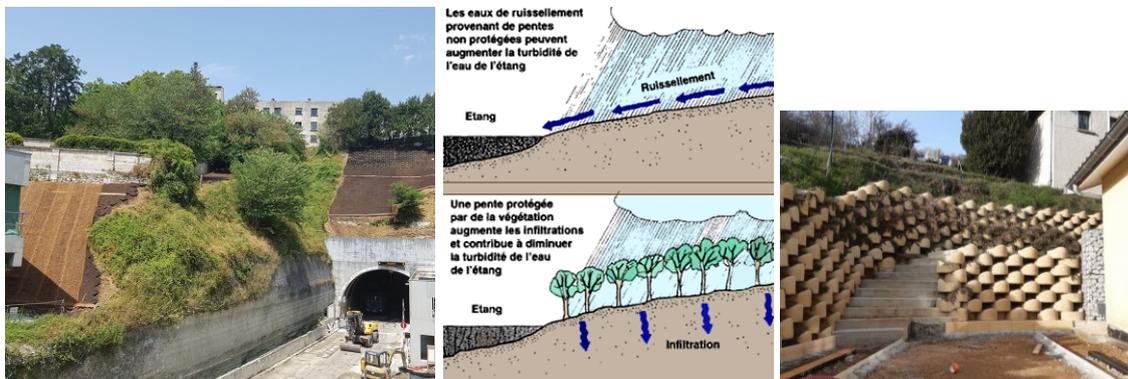


Figure 22 : Différentes formes de stabilisation des talus et pentes par des plantations. Réf : Internet.

– *Définir l'espace, l'agréments et réguler la température urbaine*

L'impact positif de la végétation sur l'homme n'est pas à démontrer. Il y puise son confort physique, sensoriel et psychologique. L'humain, par instinct, éprouve une symbiose et un lien apaisant et rassurant dans un environnement végétalisé. A cet effet, il a toujours cherché à agréments son espace bâti, urbain et architectural, par des plantations et des aménagements paysagers afin de se rapprocher de la nature. Dans la pratique des espaces urbains, ces aménagements sont souvent matérialisés par des structures végétalisées, par des pergolas ou des canopées urbains.

Il est à souligner que, dans un contexte de changement climatique, le recours aux aménagements paysagers est de plus en plus fréquent afin de lutter contre les Ilots de Chaleur Urbains (ICU) et la pollution sous toutes ses formes. Les pavements en matériaux naturels, les terrasses dans les immeubles, les toitures et les façades deviennent des sources de rafraîchissement et de régulation de la température en milieu urbain par le phénomène d'évapotranspiration<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Ce procédé n'est pas nouveau mais a été utilisé depuis des



Figure 23 : Les différents usages de la végétation en milieu architectural et urbain. Réf : Internet.

#### – Cadrage des vues

Les cadrages de vues supposent la définition d'un champ de vision adapté à la perception humaine. Ils sont censés orienter notre vue vers des centres d'intérêt visuels afin de nous orienter physiquement dans un parcours prédéfini ou de susciter notre curiosité visuelle. Les cadrages accompagnent une scénographie complexe conçue par l'architecte. Souvent, l'aboutissement est amplifié par la proposition d'un diaporama ouvert et complet à la fin du parcours.

Les cadrages peuvent créer des rapports entre des espaces intérieurs ou entre un intérieur et un extérieur. Ainsi, ils sont valables, aussi bien, pour des ensembles paysagers naturels ou bâtis, que des objets singuliers, architecturaux ou urbains. L'architecte peut aussi favoriser des cadrages lointains comme proches, selon deux critères : en premier lieu, l'ordre de la succession des séquences dans le parcours ; souvent, il est préféré des cadrages proches, au début du parcours, pour garder le meilleur et le lointain pour la fin. En deuxième lieu, il est organisé selon le meilleur angle de perception vers l'extérieur. Dans ce cas, l'emplacement de l'espace architectural, à partir duquel le cadrage se fait est plus important que sa nature.

Plusieurs dispositifs architecturaux peuvent être employés afin de délimiter le cadrage ; il est ainsi opéré par un percement dans une paroi, par des éléments horizontaux (le sol et les couvertures), par des éléments verticaux artificiels ou naturels (murs, portiques, arbres, végétation, meubles ... etc) (Fig. 24).



Figure 24 : différents dispositifs architecturaux utilisés dans le cadrage des vues proches et lointaines. Réf : Sauzet Maurice, 1996.



Figure 25 : Cadrages par percements dans un contexte naturel, B Garden (complexe d'hôtes pastoral), 3andwich Design/He Wei Studio architects, 2017. Réf : <https://www.archdaily.com/890974/b-garden-3andwich-design-he-wei-studio>



Figure 26 : Cadrage des vues dans un contexte urbain vers des éléments singuliers. De gauche à droite : Ponctuer un parcours ou créer des repères. Ruelles aux M'zab, Ghardaia. Réf. : Loubna Kara Mostefa, 2017.

Dans le cas où le contexte urbain ne présente pas un intérêt visuel ou le besoin d'intimité est exigé, il est préféré l'approche de l'introversion dans la conception du projet. Les espaces intérieurs dans ce cas, s'ouvrent sur des micro-jardins ou des micro-espaces extérieurs, des cours, des interstices de lumière ou des contre-espaces. Ce sont des procédés utilisés en architecture vernaculaire et contemporaine. Le confort des usagers et leurs besoins manifestes d'intimité est universel.



Figure 27 : approche architecturale introvertie, contexte bâti exigeant l'intimité. NISHIMIKUNI house, Yodogawa Ward, Arbol Architect, 2013. Réf : <https://www.archdaily.com/526609/house-in-nishimikuni-arbol-design>

– Le vent

La complexité des conditions géomorphologiques, des reliefs et des configurations urbaines générées par l’homme, donnent naissance à des mouvements complexes et variés dans le temps et l’espace. Plusieurs solutions peuvent être envisagées pour pallier aux aléas et désagréments du vent. Des solutions naturelles et passives sont préférées car elles sont faciles à gérer.



Figure 28 : Dispositifs de canalisation des vents pour protéger les édifices. Réf : <https://engineeringdiscoveries.com/important-information-with-illustration-every-engineer-need-to-know/>

S’inspirer des expériences architecturales et urbaines millénaires notamment celles qui sont employées dans les milieux arides, comme en Égypte, en Irak et en Iran nous assure des pistes de réflexion efficaces. Les tours de captation de l’air, communément appelés Malkafs sont des mécanismes ingénieux pour baisser la température intérieure et rendre l’espace plus confortable. Ces éléments verticaux, orientés généralement vers les vents dominants, vont capter l’air pour être rafraîchi et humidifié par l’eau qui se trouve dans sa partie basse. Ainsi l’air va pénétrer les espaces intérieurs et chasser l’air chaud par l’intermédiaire de plusieurs autres issues, telles que les fenêtres ou les autres bouches du Malkaf. Dans la ville de Yazd en Iran, ce système est toujours opérationnel et procure un rafraîchissement de l’air allant jusqu’à 10 degrés de moins en milieu intérieur. Bien évidemment, cette performance est maintenue grâce aux murs épais en pisé, ce qui optimise l’isolation thermique.

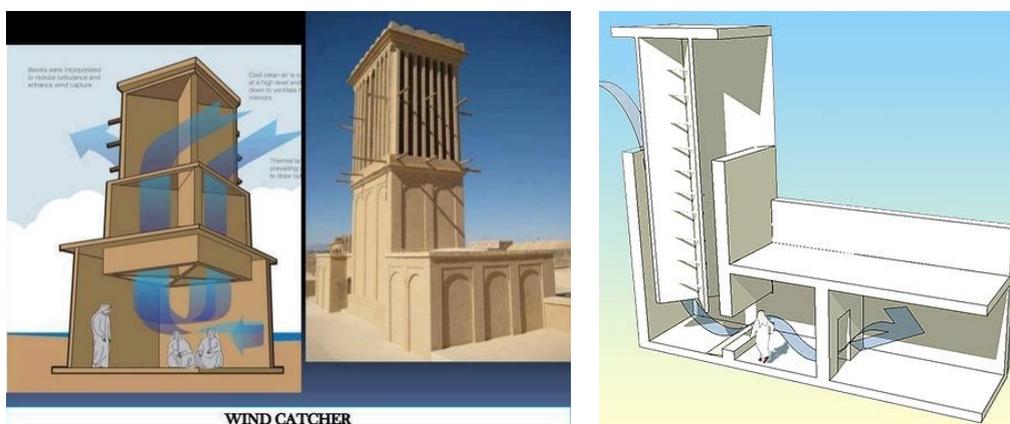


Figure 29 : Configuration architecturale et fonctionnement du malkaf (capteur d’air). Réf : <http://catnaps.org/islamic/gulfarch4.html>

## – L'ensoleillement

Il a été exposé plus haut l'impact du rayonnement solaire par son intensité et son orientation par rapport à l'emplacement géographique et au temps. Cette connaissance est primordiale dans l'orientation des choix conceptuels. Composer avec ces critères permet une meilleure orientation des espaces et une performance passive en exploitant avec acuité l'énergie solaire au service du confort climatique et physique. Différents dispositifs architecturaux sont alors employés afin de capter ou de se protéger du rayonnement solaire.

### – L'orientation des espaces

On suppose une situation géographique dans l'hémisphère Nord de la terre, là où le rayonnement solaire passe par le Sud dans son parcours, il est suggéré des orientations préférentielles des espaces domestiques ;

1. Les espaces de vie (jour) tel que le séjour, espace à manger et cuisine sont orientés au sud, sud-est ou sud-ouest. Une exposition prolongée et agréable dans la journée, où le soleil est clément ou au zénith, minimisant ainsi son effet agressif et inconfortable.
2. Les espaces nuits (chambres) sont orientés à l'est ou au sud-est car au lever du soleil la température est clémente et permet de coïncider avec le réveil matinal.
3. Les espaces de stockage, les escaliers, les espaces de service, sont orientés à l'ouest car cette direction d'ensoleillement est caractérisée par un rayonnement invasif, intense, horizontal, ce qui accentue son effet indésirable, notamment en période prolongée en été, à la fin de printemps et au début d'automne.
4. Dans cet hémisphère nord de la terre l'orientation nord reçoit de l'éclairage et non de l'ensoleillement, ce qui rend cette orientation inconfortable pour les espaces jour ou nuit et préférable pour les espaces de service, tels que les salles d'eau, les espaces de stockage, le garage, les bureaux ou les salles de lecture.

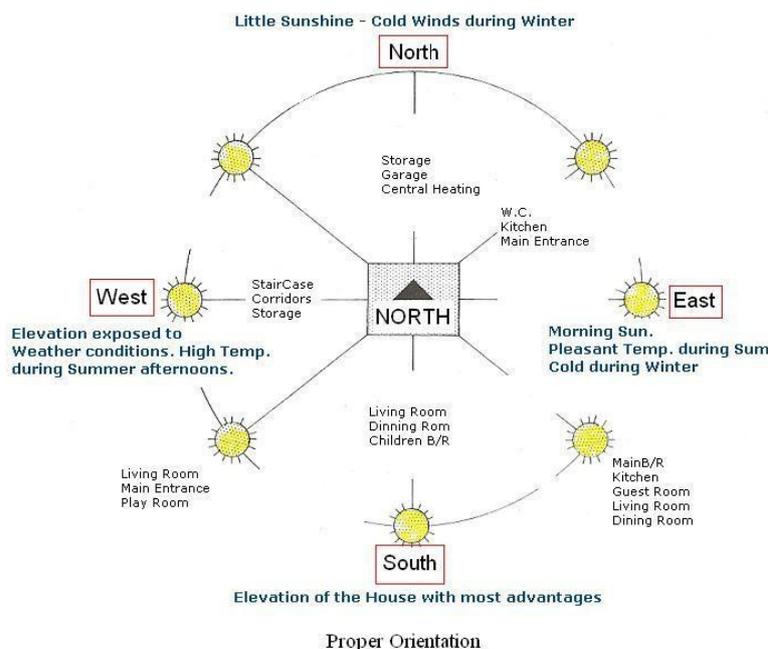


Figure 30 : Orientations préférentielles des espaces domestiques selon l'orientation de l'ensoleillement. Réf. : Internet.

– *Les dispositifs de captation et de protection*

Il est plus facile de gérer l'emplacement des espaces ensoleillés selon les contraintes de l'inclinaison et de l'orientation du soleil en différentes périodes de l'année, cela, par l'intégration des dispositifs de captation ou de protection du rayon solaire. A cet effet, des simulations d'esquisses, en coupes, sont indispensables dans le processus de conception de la maison ou du projet architectural, afin de proposer la meilleure configuration spatiale des espaces habitables, tout en tirant profit des atouts climatiques et physiques du site. Des éléments architecturaux tels que les débords de toit, les pergolas, les claustras, les brise-soleils horizontaux et verticaux ainsi que la végétation sont utilisés à cette fin.

Au sud, il est fait usage des débord-de-toits pour protéger les façades du rayonnement solaire haut en été et permettre sa pénétration en hiver lorsque ces rayons sont plutôt horizontaux. Il est aussi fait usage dans le cas échéant de la végétation par le choix d'arbres caducs dont le feuillage fourni en été protège les façades exposées et leur perte en automne jusqu'au printemps permet l'infiltration des rayons solaires à l'intérieur des espaces de vie et de profiter de leurs lumière et chaleur. Le dispositif de la pergola est une mesure tout aussi efficace pour couvrir un espace extérieur et protéger les espaces intérieurs adjacents. Les éléments composants cette pergola sont régulés dans leurs dimensions, inclinaisons et espacements selon la hauteur du rayon solaire (Fig. 31).

A l'est, où le soleil est doux, la façade peut être légèrement protégée par la plantation d'arbres caducs distants afin de laisser pénétrer le soleil en hiver, l'implantation est orientée vers le sud-est pour protéger les ouvertures des rayons qui commencent à être hauts et intenses en été (Fig. 31). Il faut rappeler que pendant cette saison le soleil se lève très tôt le matin à partir du nord-est.

Par contre, à l'ouest, même si le rayon a la même orientation, il est néanmoins intense et procure une situation d'inconfort extrême. Il est primordial de protéger les façades par des brise-soleils verticaux qui empêchent les rayons horizontaux de pénétrer à l'intérieur. Ils sont orientés pour réfléchir les rayons en été qui se prolongent jusqu'au nord-ouest et les laisser pénétrer en hiver en direction du sud-ouest pour profiter des derniers rayons avant le coucher du soleil. Les claustras sont aussi utilisés comme procédé de filtration de l'intensité du rayonnement solaire. Des espaces tampons profonds comme les loggias ou les contre-espaces sont d'autres alternatives de protection car ils permettent de réduire les faisceaux lumineux auxquels sont exposés les espaces adjacents.

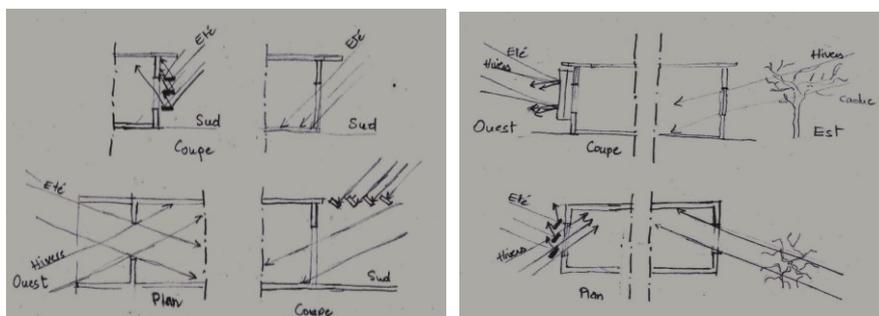


Figure 31 : Plans et coupes schématiques illustrant les différents dispositifs de protection du rayon solaire, dans un même lieu, en été, sans obstruer son passage en hiver. Réf. : Loubna Kara Mostefa, 2021.

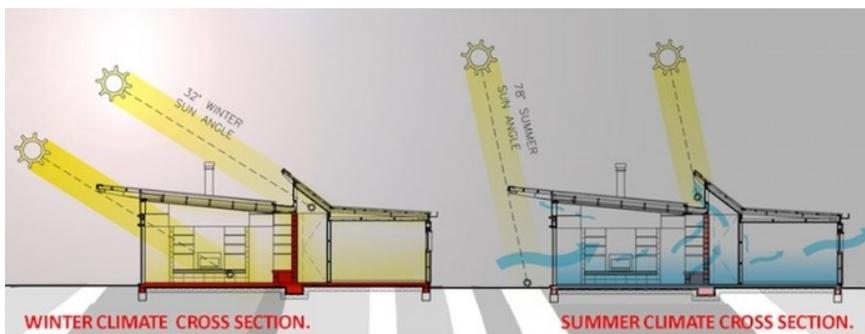


Figure 32 : Coupes illustrant l'impact des inclinaisons du rayon solaire en hiver et en été sur l'espace de vie et sa profondeur, les dispositifs du débord-de-toit et leurs dimensions afin de protéger la façade et le lanterneau du soleil en été et la captation du rayonnement en hiver. Réf. : Internet.



Figure 33 : illustrations des différents usages des dispositifs de protection solaires. Réf. : Internet.

### 3. La représentation codifiée de l'analyse

Des représentations codifiées des éléments d'analyse, plus au moins uniformes, sont employées par la communauté professionnelle pour leur lisibilité universelle. Cela permet une illustration aisée et pratique de ces éléments, aussi bien en plan qu'en coupe schématique.

Il s'agit des limites du terrain, de ses courbes de niveaux, de la végétation existante, de l'accessibilité, des vents dominants, de son orientation par rapport à l'exposition solaire, des points de vue intéressants à mettre en valeur, des nuisances sonores ou visuelles environnantes et du bâti existant dans le site ou dans son environnement immédiat.

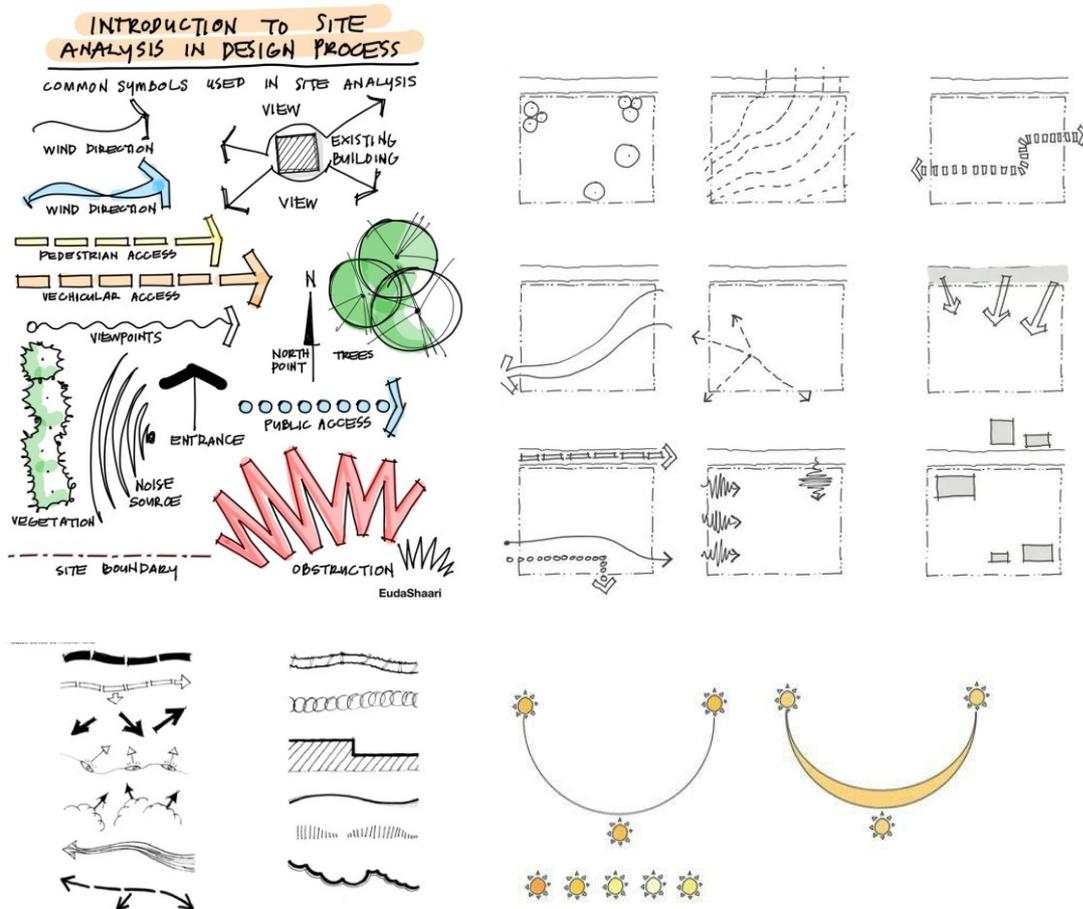


Figure 34 : différentes stylisations d'une même représentation codifiée des éléments d'analyse. Réf. : Grant W. Reid, 2006, Internet.

– *Représentation topographique d'un site*

Les courbes relient les points qui ont la même hauteur par rapport à l'altitude 0 m. Elles dessinent la forme du relief qui n'est que la liaison entre les différents points définissant une altitude donnée. Les équidistances entre les courbes sont égales dans une même représentation et leurs valeurs changent selon l'échelle du plan représenté (allant de 1m, 5m, 10m, ...). En plan, deux indicateurs sont essentiels pour reconnaître l'aspect d'une pente avant de projeter sa représentation en coupe ; en premier, l'espacement entre les courbes qui informe sur la forme de la pente et son inclinaison (raide, douce, forte, faible, ...) et en second, le sens des altitudes des courbes (descendants, ascendants, ravin, crête). La représentation en coupe est une simple projection des points d'intersection de la ligne de coupe avec les courbes de niveaux, en prenant le soin de la faire passer par l'ensemble des courbes. Il suffit par la suite de projeter sur un repère orthogonal, dont l'axe des Y indique les différentes altitudes, les différents points à leurs valeurs correspondante. IL est parfois nécessaire d'élaborer plusieurs coupes pour avoir une vue d'ensemble sur les différents versants d'un site.

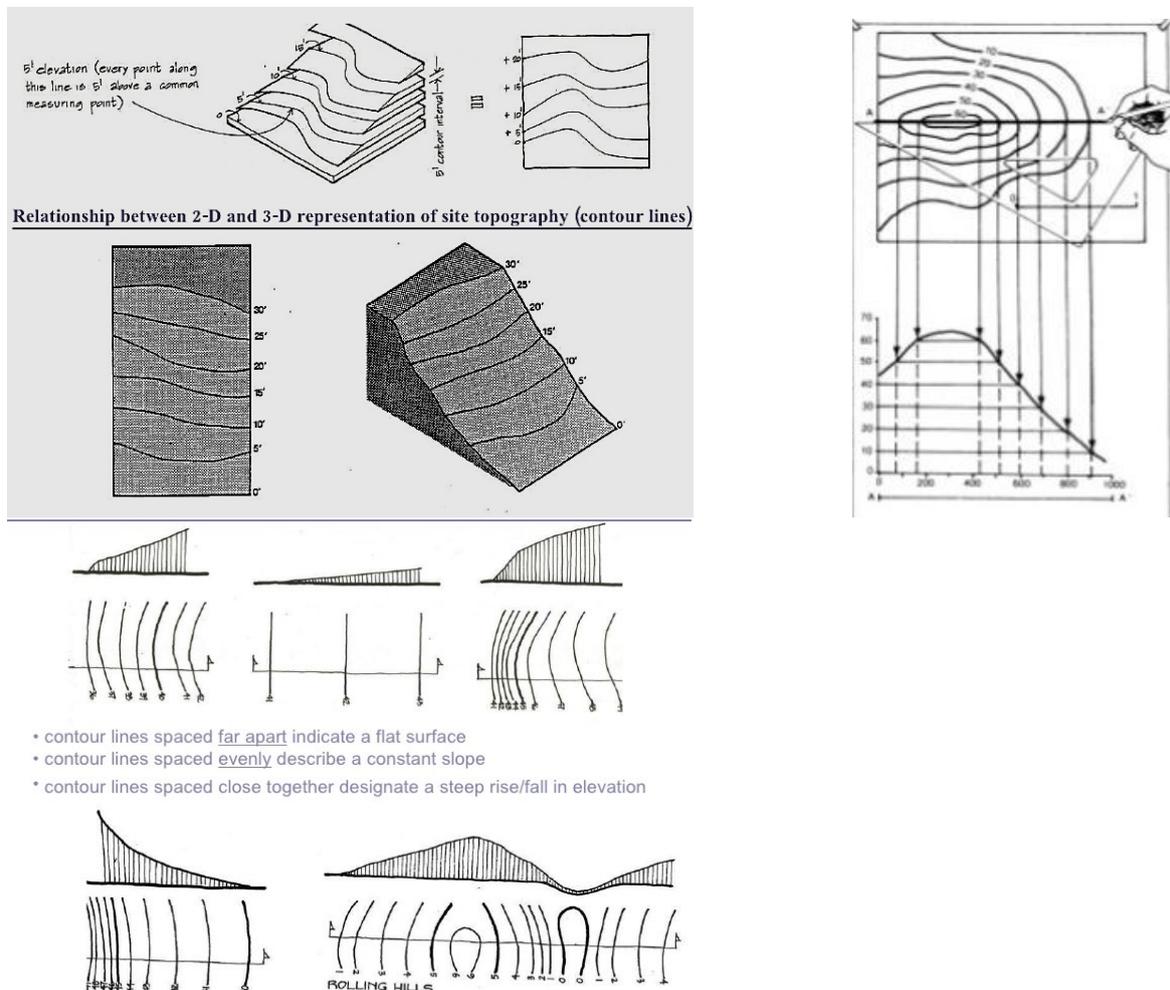


Figure 35 : le rapport entre la représentation 2D et 3D, entre les courbes de niveau et les contours du relief en coupe et en axonométrie. Les formes de pentes et la méthode de projection. Réf. : Internet.

## – Représentations de la végétation

IL est suggéré ci-dessous quelques représentations planimétriques et en élévation de la végétation afin d'exprimer leurs natures, formes et volume. Ces choix dépendent des motivations de l'architecte et de l'utilité de l'élément végétal dans le projet selon les éléments d'analyse soulignés plus-haut.

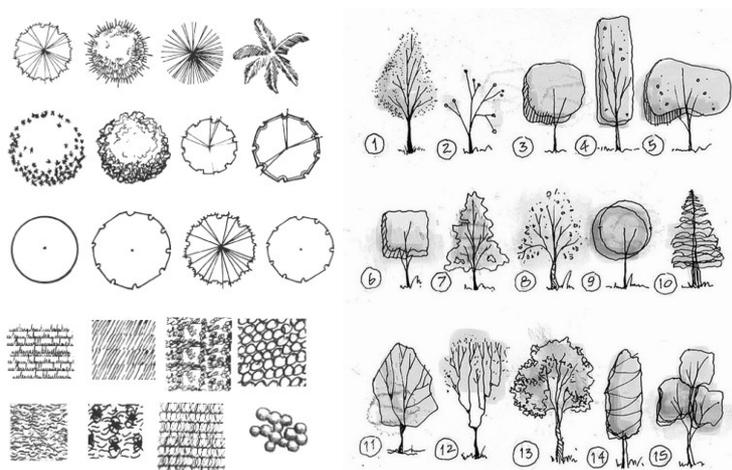


Figure 36 : Certaines représentations planimétriques de la végétation et en élévation des arbres selon leurs silhouettes. Réf. : Grant W. Reid, 2006.

### 4. Le schéma de zonage et de conception

Le temps consacré à l'analyse donne le ton et la justesse aux réponses architecturales. Les analyses des différentes données relatives au terrain, sa morphologie et sa topographie, les points d'accès possibles, la présence végétale dans le site ou dans ses alentours, la direction des vents dominants, la course du soleil en été et en hiver, les potentialités visuelles, si elles existent, la présence du bâti dans le voisinage immédiat du site ainsi que les différentes vues qui se dégagent à partir du terrain ou sur le terrain vont se superposer dans un plan d'ensemble d'analyse, sous forme d'une représentation codifiée. Ces éléments suggèrent une conduite logique de conception de la maison sous forme d'un schéma de zonage, appelé aussi schéma d'implantation. Ce dernier représente la première ébauche d'esquisse issue des conclusions de cette analyse. Ce schéma résume sous forme d'une composition ingénieuse, économique et intégrée les contraintes et les avantages relevés. « Il s'agit de déterminer, (...), les prédispositions de chaque partie du terrain et d'en déduire les positions futures des pièces... ». (Sauzet, 2008, 1996). Ainsi, des zones de fonctionnement seront suggérées en plusieurs catégories : les espaces jour et de vie, les espaces nuit et les espaces de service.

Au-delà, d'une simple détermination de zones, ces dernières sont aussi conditionnées par l'espace extérieur avec lequel elles communiquent ou de sa possible création selon les cas échéants. Sur un autre plan, cette implantation suggère un parcours préférentiel extérieur-intérieur qui sera affiné et précisé par la suite.

Il est à souligner que cette démarche « analyse-implantation » est constante, mais le choix de l'architecte dépend des priorités des conditions physiques, humaines ou culturelles. Certains

éléments sont déterminants et prépondérants, d'autres viennent compléter ou se superposer aux orientations conceptuelles premières.

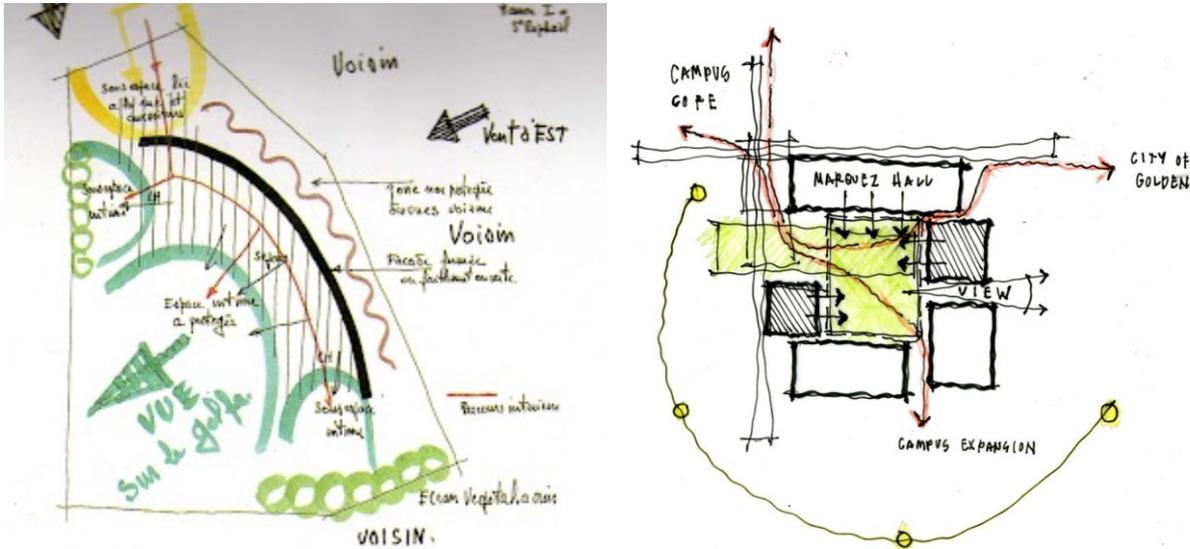


Figure 37 : schéma d'implantation ou de zonage indiquant les résultats de l'analyse, les zones fonctionnelles globales et les parcours préférentiels majeurs. Réf. : Sauzet, Internet.



Figure 38 : superposition des éléments d'analyse du site des premières éléments d'esquisse du plan de zonage

## **COURS 2 : DU SCHEMA DE ZONAGE A L'APPROCHE SPATIALE**

### **1. Introduction : le parcours comme processus de progression spatiale**

Le schéma de zonage suggère des espaces que l'architecte précise en créant des relations, aussi bien, intérieurs qu'extérieurs. Des relations gérées par les notions de confort psychologique à travers le confort physique et visuel. Elles ne sont correctement explorées et atteintes qu'en accordant de l'importance au concept de « l'espace » et dont le parcours constitue une des formes d'expression incontournable en architecture, en général. L'expérience spatiale renforcée par le vécu « *exige notre présence et le temps de notre cheminement* » (Zevi, 1959) et est représentée par la quatrième dimension (Zevi, 1959). Ce vécu imprègne la mémoire d'une multitude de scènes issues d'une succession de points de vue et de sensations.

De ce fait, un espace pratiqué n'est qu'une succession de séquences dont il faut gérer la hiérarchie et les transitions. Elles doivent être clairement définies par l'architecte pour garantir la lisibilité du parcours et le confort implicite qui en découle. Cela revient à opérer des choix dans les changements séquentiels afin qu'ils soient brutaux, continus ou rythmés.

Dans le but, in fine, d'assurer le confort psychologique, l'architecte puise dans la nature pour s'inspirer des éléments matériels qui composent l'espace naturel.

### **2. Les procédés de rapprochement « nature-architecture »**

Depuis la fin du siècle passé, les questions relatives aux préoccupations environnementales et les problèmes liés à l'action de l'homme sur son environnement ont renouvelé les réflexions et les objectifs majeurs auxquels sont confrontés les villes et les choix architecturaux. La prise de conscience de sa responsabilité dans le processus de dégradation de l'espace naturel et le réchauffement climatique ont suscité une remise en cause des comportements, des stratégies et des modes d'intervention sur l'espace en général. En architecture, il a été observé le renforcement de certaines attitudes ou l'émergence de nouvelles approches pour remédier aux torts constructifs et aux étalements urbains issus des principes du siècle passé. La nature devient un critère valorisant de la conception architecturale et inscrit les projets dans une approche durable et respectueuse de l'environnement ou, du moins, s'en rapproche. A cet effet, deux procédés de rapprochement au paysage naturel vont se profiler dans la conception architecturale :

#### **– Par intégration**

Dans ce cas de figure, le projet d'architecture devient un composant à part entière de son contexte naturel, une attitude d'effacement et d'insertion dans le site sans perturber l'ordre préétabli. Elle constitue en une approche passive et bioclimatique de la conception du projet pour atteindre le confort climatique et acoustique souhaité.

– **Par imitation**

Il est entendu par imitation, la reproduction formelle des éléments présents dans la nature sous une nouvelle matérialité architecturale<sup>4</sup>. La végétation et les phénomènes naturels deviennent l'essence et le fil conducteur du projet architectural jusqu'au choix, parfois, des matériaux et des techniques employés.



Figure 39 : L'usage des éléments de la nature, en haut : par intégration, en bas : par imitation. Réf. : Internet.

**3. La nature source de spatialité architecturale**

Au-delà des procédés de conception en rapports avec la nature, l'exploration et l'utilisation des atouts paysagers et spatiaux de cet environnement naturel confère une dimension nouvelle à l'espace architectural, celle du confort psychologique visé dans la pratique dynamique du parcours, notamment dans les espaces d'habitat. Il s'agit d'un ensemble de dispositifs observés dans la nature et qui sont réutilisés en architecture. Les plus importants sont (fig. 41. 1,2,3,4,5) : Les changements directionnels, les séquences de transition, les changements de relief et de niveaux, les matières naturelles, la lumière et les échappées visuelles.

<sup>4</sup> Il est à préciser que cette expression purement formelle n'est nullement une conceptualisation. La conceptualisation est un travail d'abstraction intellectuel qui dématérialise l'analogie entre la source et la réalisation (Voir à ce propos la partie 8 : l'idéation).

Les changements directionnels, les séquences de transition et les changements de relief et des niveaux sont des moyens physiques qui suscite des changements dans la mobilité humaine par la contrainte ou l'intérêt introduit dans le parcours. Une attitude qui sollicite notre présence mentale et une concentration sur l'espace ; c'est ce que Sauzet identifie comme étant la kinesthésie. Sur le plan visuel, les matières naturelles, la lumière et les ombres projetées sur les surfaces et les volumes révèlent les profondeurs et confèrent un confort psychologique en rapprochant la réalité artificielle à la nature. Quant aux échappées visuelles, elles accompagnent les séquences selon leurs intérêts, souvent elles sont proches dans les premières séquences d'un parcours pour stimuler la progression physique de la mobilité, par contre, les cadrages lointains accompagnent les séquences statiques ou les transitions pour une contemplation plus large et étendue du paysage qu'il soit naturel ou construit.

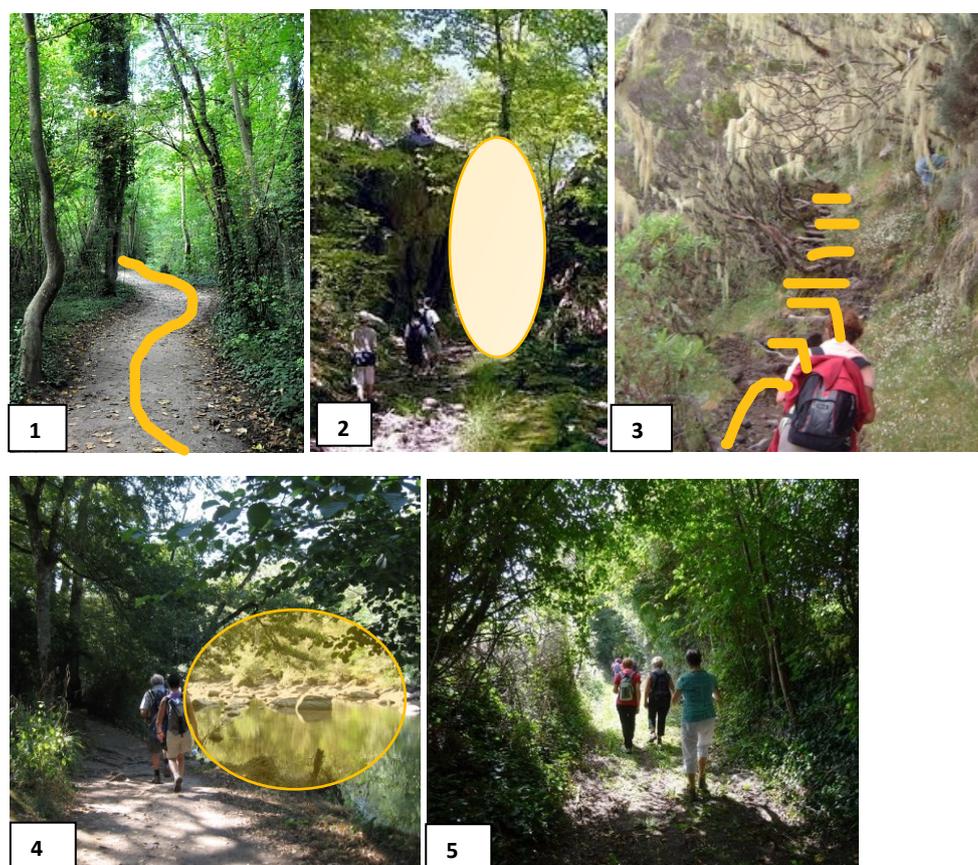


Figure 40 : Dispositifs empruntés de la nature. Réf. : Internet.

#### 4. Le parcours architectural et les relations spatiales

Il a été souligné plus-haut l'importance de la hiérarchie des espaces et la nécessité d'opérer des articulations claires afin de susciter le rapport de l'homme à son espace et multiplier ses expériences séquentielles. La richesse est la compréhension du bâti dans le mouvement. En général, on définit dans l'ordre du parcours : en premier lieu, une séquence d'approche vers le projet qui soit en spirale, oblique ou frontale, suivie par une séquence d'arrivée qui marque un moment d'arrêt. Dans ce cas, le dispositif employé suggère plus qu'une action de franchissement entre un extérieur et un intérieur.

– Les relations spatiales « Intérieur-Intérieur »

A l'intérieur de l'espace, plusieurs relations spatiales sont possibles ; entre un parcours traversant, longeant ou aboutissant en dernier lieu. Le passage d'un espace à un autre est marqué par l'usage d'une séquence d'articulation qui suscite la kinesthésie. En effet, « l'organisation des passages, seuils, couloirs, successions de portes, suscite nos sens physiques. Les mouvements de notre corps vont se mettre au service de la vision. Le corps est un lieu de mémoire. » (Sauzet, 1996, p. 51). Ces moments d'articulation tel que descendre ou monter, s'abaisser ou se pencher vont ramener l'utilisateur à se connecter avec son espace et l'intégrer dans sa mémoire visuelle. La séquence d'aboutissement constitue la meilleure expérience vécue physiquement et visuellement. Elle suggère un rapport particulier entre cet intérieur et un extérieur. Le passage est souvent effectué en effaçant les limites, par contre la transition est soulignée par un espace intermédiaire qui gère le degré de progression de l'espace positif vers l'espace négatif. Si la transition n'est pas physique, la sensation qui en découle est visuelle.

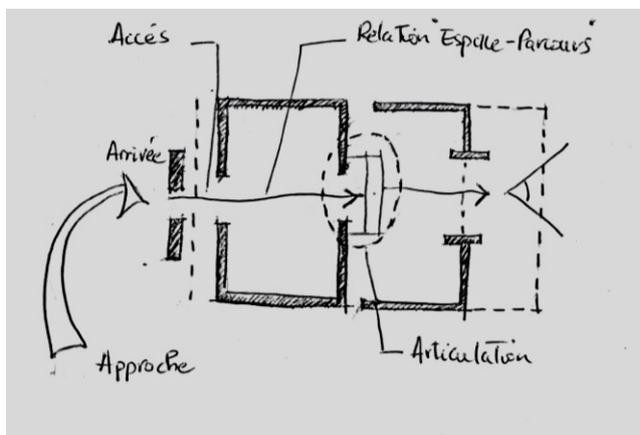
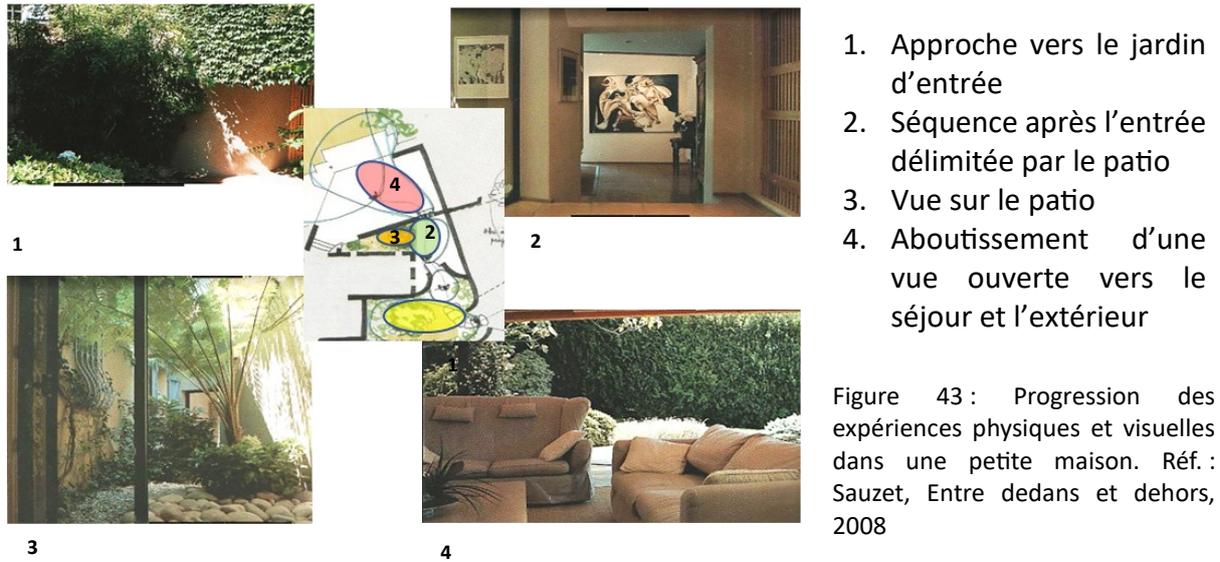


Figure 41 : Succession séquentielle et dispositifs d'articulation. Réf. : L. Kara Mostefa,

Maurice Sauzet accorde beaucoup d'intérêt à la notion de parcours et de qualité spatiale dans ses projets. Le défi étant de multiplier les expériences séquentielles, parfois, dans des espaces relativement petits. Cela procure une multitude d'émotions et d'expériences vécues dans un même lieu.



cette richesse du parcours ne se réduit pas à des espaces ouverts sur l'extérieur ou présentant des parcours multidirectionnels mais peut s'opérer à travers des parcours linéaires dans de petites maisons. Plusieurs exemples sont proposés aux étudiants afin de les sensibiliser sur les possibilités de richesses séquentielles avec des contraintes de surface, de mitoyenneté et climatiques. Plusieurs solutions sont alors observées en dispositifs spatiaux physiques et visuels, captation du soleil, protection et ventilation afin d'offrir un confort sensoriel multiple aux usagers, à une échelle maîtrisable.



Figure 44 : Exemple bibliographique présentant des contraintes bâti, climatiques et culturelles qui se rapproche du contexte algérien, Plan et progression du parcours vers et dans la maison. Réf. : Internet.

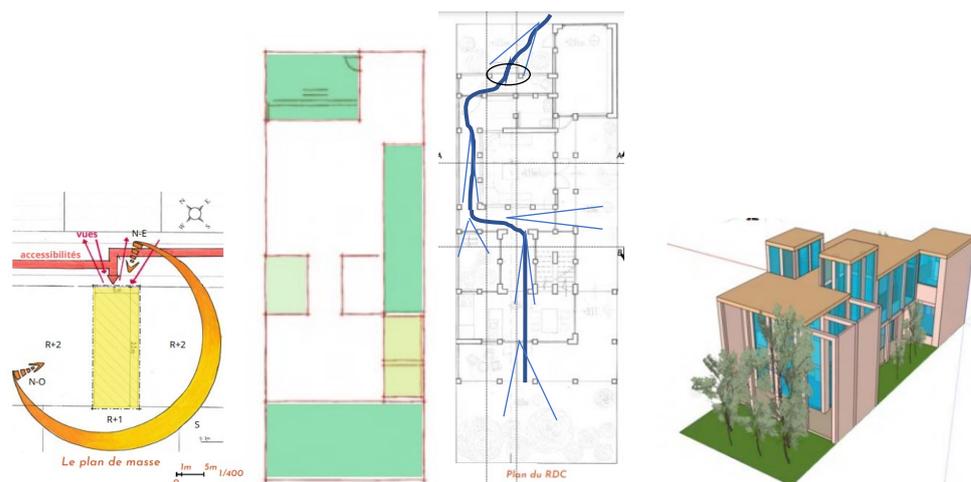


Figure 45 : Application en Atelier : Approche du projet par le parcours : multiplier les expériences physiques et visuelles. Réf. : Projet d'Atelier dirigé par Deheina N. et Kara Mostefa L., étudiante Hakiki A., 2021-2022.

### – Les relations spatiales « Intérieur-Extérieur »

Le rapport de l'utilisateur à son espace extérieur prend plusieurs formes ; il peut être un simple franchissement, un dispositif d'articulation ou une progression élaborée. Ces éléments dépendent fortement de l'orientation par rapport au soleil et de la nature des espaces qu'ils prolongent. Le but étant de créer un rapport équilibré avec son extérieur afin de procurer le bien-être et le confort psychologique souhaité. On peut regrouper certaines catégories de dispositifs selon le degré de rapport de cet extérieur ; un rapport de :

Complémentarité et participation,

Incorporation spatiale,

Interpénétration.

#### – Complémentarité et participation

La complémentarité entre un espace intérieur et extérieur se fait par l'intermédiaire d'un espace clairement défini et délimité pour suggérer un espace positif. Le contre-espace est un dispositif adapté à ce type de rapport. C'est un petit espace extérieur ouvert sur le ciel et circonscrit dans une emprise délimitée par des murs assez haut pour éviter les regards indiscrets. Etant accessible par un seul espace intérieur, il est souvent utilisé comme extension des chambres, salles de bains et passages fermés et permet à cet effet l'intimité tout en offrant la complémentarité entre un intérieur et un extérieur. L'autre atout du contre-espace est d'offrir une profondeur à l'espace adjacent en repoussant les limites de ce dernier. Cependant, la loggia est un espace fermé et couvert, elle est assez profonde pour proposer un espace positif praticable et ouvert sur front de façade. Ce dispositif d'articulation entre l'intérieur et l'extérieur, complété par le cadrage visuel fait participer les usagers à l'admiration des paysages environnants spécifiquement lointains, tout en étant à l'intérieur.

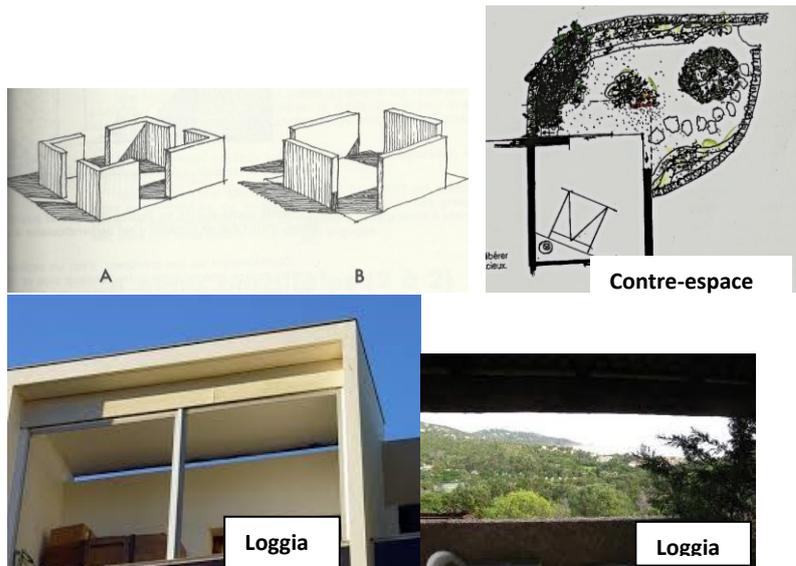


Figure 47 : dispositif de complémentarité et participation, Contre-espace et loggia. Différence de rapport à l'extérieur. Réf. : Sauzet, Entre dedans et dehors, 2008.

– *Incorporation spatiale :*

Le patio qui est un espace délimité sur au moins trois ou quatre de ses côtés et ouvert sur le ciel constitue l'espace d'incorporation par excellence de l'extérieur à l'intérieur. Son usage répond en climat tempéré à chaud tel que la méditerranée permet l'organisation introvertie et la protection des façades extérieures des agressions climatiques et de l'exposition aux regards indésirables. Le patio recèle un autre avantage, celui de procurer une sensation d'ampleur à de petits espaces fermés à travers la profondeur visuelle qu'il offre, accentué par la profusion de la lumière zénithale.

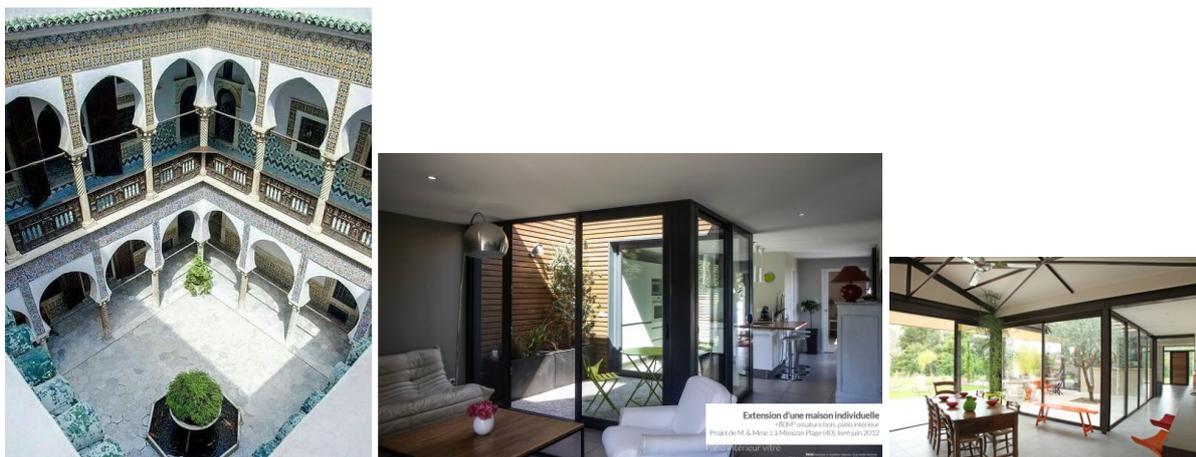


Figure 46 : les patios entre tradition et modernité. Réf. : Internet.

– *Interpénétration*

Les dispositifs spatiaux prépositifs et positifs de premier degré<sup>5</sup> offrent une transition diffuse vers l'espace extérieur. Les limites s'effacent et s'entremêlent pour se sentir enveloppé par l'espace extérieur.

Plusieurs dispositifs correspondent à cette catégorie d'espace ; les terrasses découvertes et couvertes, les balcons couverts, la galerie, les patios fermés des trois cotés et les porches d'entrée. Ces espaces sont considérés comme intermédiaires entre un dedans et un dehors et appartiennent à l'un et à l'autre en même temps, ainsi tout en étant dans des espaces définis, Ils permettent de profiter physiquement et visuellement de l'environnement extérieur.

Cela dit, il peut être ajouté à ces éléments l'approche vers l'espace négatif par progression graduelle selon le degré de positivité, comme vouloir proposer le passage d'une terrasse couverte à une terrasse découverte ou d'une terrasse bloquée horizontalement par des murs vers une terrasse entièrement ouverte. Il est à noter qu'inverser la dernière combinaison de transition (commencer par la terrasse découverte et fermée horizontalement pour aboutir vers une terrasse couverte) suscite plus d'attention et d'effet en fin de parcours.

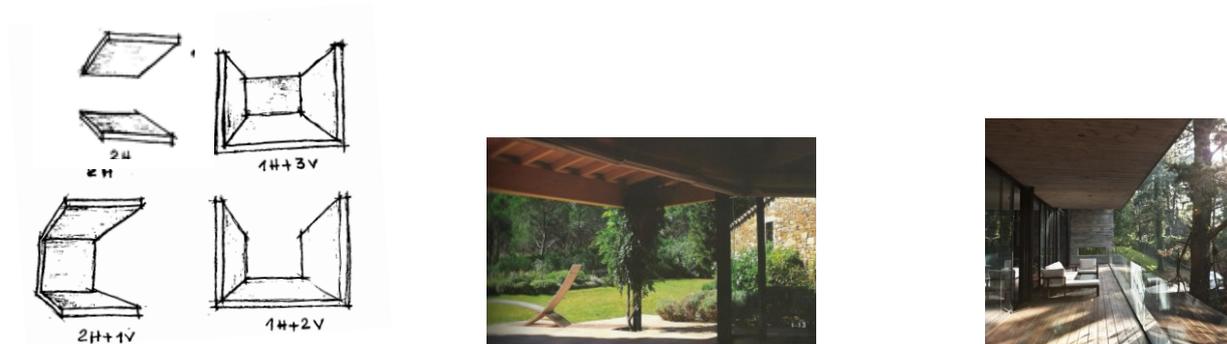


Figure 47 : dispositifs positifs de 1<sup>er</sup> degré incluant les terrasses couvertes, les galeries et les porches. Réf. : L. Kara Mostefa, 2022.



Figure 48 : Deux cas de transitions combinées entre deux dispositifs. Réf. : Internet.

<sup>5</sup> Voir à ce propos : Cousin Jean, l'espace vivant, Moniteur éditions, 1980.

### **COURS 3 : LE PARCOURS, DISPOSITIFS ET CONFORTS SENSORIELS**

Il est à rappeler que Le rôle de l'architecture est de nous procurer un cadre de vie et de protection agréable, reposant et satisfaisant nos besoins physiques et psychologiques. Ainsi, la pensée de l'espace devient le moteur de la conception architecturale. Une notion largement évoquée depuis la fin du XIXème siècle :

*« Dans son essence la plus intime, l'architecture est la conception spatiale. Tant qu'il suit immédiatement l'impulsion sombre de l'impulsion créatrice, il se déplace dans le sens de la volonté d'espace. Cela se passe dans le sens de notre cheminement, de notre manipulation, c'est-à-dire, dans la troisième dimension. Le déploiement de l'espace à partir du sujet humain est sa tâche la plus naturelle. » (Schmarsow, 1897)*

En conséquence, l'intérêt accordé au parcours, support de notre expérience, devient au cœur de la réflexion. Le parcours est supposé stimuler nos sens où s'entremêlent plusieurs actions ; se promener, chercher, trouver, passer, pénétrer, découvrir, entrer et sortir, s'arrêter et continuer, arriver et repartir.

Une approche qui prend forme et substance à travers un contenant qui habille un contenu tout en nous mettant en relation avec notre environnement.

« L'architecture est l'art du creux ; elle se définit à la fois de l'intérieur et de l'extérieur... Une œuvre architecturale qui n'est conçue ou considérée que de l'extérieur cesse d'être architecture et devient scénographie. Inversement, la réduction à ses seuls caractères spatiaux esquive les signes et symboles concrets sous-tendus par sa matérialité. » ( (Meiss, 1993).

Cependant, entre notre environnement intérieur et extérieur un juste équilibre est recherché par la pensée de l'espace et la qualité du parcours le traversant.

Cela dit, comment mettre en œuvre des dispositifs spatiaux afin de solliciter notre rapport à l'espace ? Quelles sont leurs caractéristiques ? Quel sont leurs impacts sur nos sensations physiques et psychologiques ? Comment influencent-elles notre comportement ?

#### **1. L'homme et les mécanismes de sa mise en rapport à l'espace**

L'homme s'identifie en dehors de ses limites physiques par extension vers son environnement immédiat, une relation établie à travers plusieurs sens de reconnaissance, le corps, le toucher, l'ouïe, l'odorat et la perception. Les plus importants restent la relation physique et la relation visuelle.

La psychologie dans ce cas intervient afin de comprendre les mécanismes d'interaction entre le système cognitif humain et son environnement (Auvray, 2012), elle permet de l'analyser pour le rendre intelligible et codifié. Dans le domaine de la conception spatiale, cette connaissance assoit des règles générales, sans pour autant qu'elles soient exclusives, afin d'anticiper les comportements et les émotions afférentes à l'expérience spatiale in situ.

### i. La relation physique

La sphère créée par les mouvements de ses membres définit la bulle personnelle. Elle est le prolongement de nous-mêmes dans l'espace (Cousin, 1980). « Cet espace, qui a donc une réalité physique certaine, a été traduit en réalité psychologique : c'est une zone qui définit notre propre espace personnel. » (Cousin, 1980).

L'étude de notre rapport à l'espace matériel était, en premier lieu, introduite par Edward T. Hall. Il établit des distances physiques qui, selon les cultures, désignent des zones de rapport spécifiques avec d'autres personnes. Chaque zone sphérique autour des personnes est délimitée par des distances minimales et maximales qui correspondent aux modes proches et modes éloignés. Elles se résument en la :

- Distance intime : moins de 40 cm (mode proche : moins de 15 cm, mode éloigné : de 15 cm à 40 cm) ;
- Distance personnelle : de 45 cm à 125 cm (mode proche : de 45 cm à 75 cm, mode éloigné : de 75 cm à 125 cm) ;
- Distance sociale : de 120 cm à 360 cm (mode proche : de 120 cm à 210 cm, mode éloigné : de 210 cm à 360 cm) ;
- Distance publique : au-delà de 360 cm (mode proche : de 360 cm à 750 cm, mode éloigné : au-delà de 750 cm).

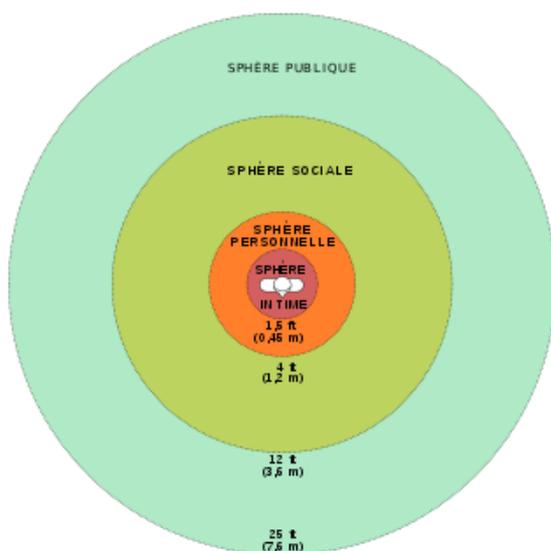


Figure 49 : représentation planimétrique des sphères selon Edward T. Hall. Réf. : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Prox%C3%A9mie>

### – La relation visuelle

La perception de l'espace physique a fait l'objet de plusieurs recherches qui enrichissent la connaissance et rendent compte de la complexité du processus. En effet, la perception est un processus global qui ne peut être appréhendé que de façon holistique (Auvray, 2012).

Selon le cognitivisme classique la perception-raisonnement est un processus linéaire émanant des données des sens et aboutissant à une action (Auvray, 2012). Le cheminement passe alors par trois phases successives, la perception physique, physiologique et psychophysiologique.

- La perception physique consiste en la projection de l'image sur la rétine.
- La perception physiologique : transmission de l'image en signaux codés transmis au cerveau.
- La perception psychophysiologique : transformation des signaux codés en perception visuelle qui fait appel à différents types de mémoires (vue, toucher, goût, odorat...)⁶.

En effet, la perception dans ce cas est conditionnée par un raisonnement logique qui véhicule des représentations symboliques. Ces dernières sont sollicitées par une mémoire interne qui se construit et s'enrichit selon l'expérience et le vécu de chacun.

Cependant, cette conception reste limitée car elle ne permet pas d'expliquer l'ancrage des symboles dans le réel (Harnad, 1990). D'où l'apport de la conception active et écologique de la perception basée sur l'extraction de régularités entre les actions effectuées et les stimulations sensorielles résultantes (Auvray, 2012). Elle permet de construire les modèles d'interaction et de les réemployer pour générer des stimulus spatiaux adéquats à nos intentions sensorielles.

Afin d'explorer les mécanismes du rapport visuel de l'homme avec son environnement, il est utile de définir, en premier lieu, les limites de son champ visuel dans l'espace. Il définit une ellipse conique dont les degrés d'ouverture approximatifs sont respectivement de 54° horizontalement et de 37° verticalement et qu'on peut décomposer en 14° au-dessus de la ligne d'horizon et 23° en-dessous.

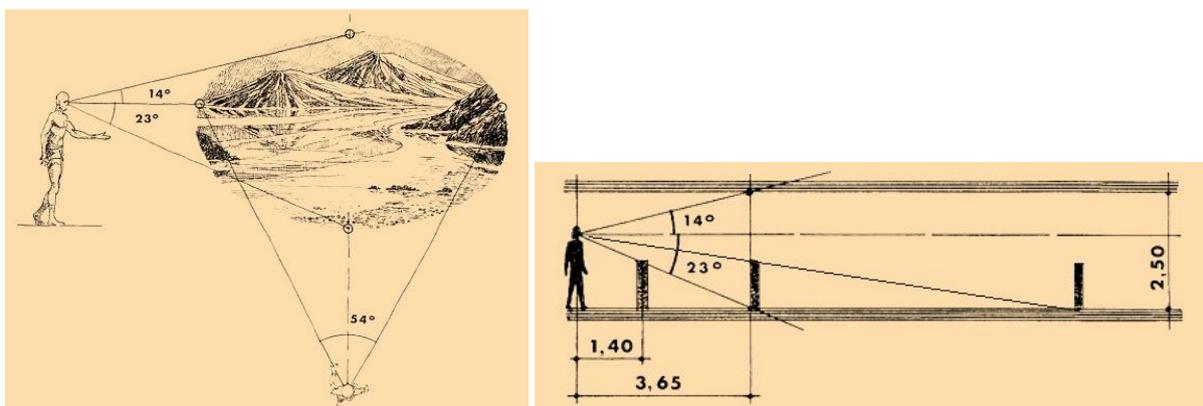


Figure 50 : Les champs visuels en deux et trois dimensions. La représentation des limites spatiales physiques selon les limites de l'ellipse de vision. Réf. : (Cousin, 1980).

⁶ Voir à ce propos : les mécanismes de la vision (<http://www.lumiere-spectacle.org/le-mecanismes-de-la-vision.html>).

La projection de ces champs visuels, dans les représentations spatiales planimétriques et en élévation, permet de définir les limites selon nos besoins de perception en canalisant les perspectives sur des encadrements spécifiques, sélectionnés et souhaités par l'architecte.

En conséquence, des prédimensionnements se dégagent de l'ellipse visuelle. Le plus élémentaire dans la conception des espaces domestiques est celui de la sphère sociale, il délimite un champ visuel de dimensions proches de 3.65 m de largeur et de prospect, et de 2.50 m d'hauteur. L'analyse de ces proportions révèle des rapports proportionnels de  $3x \times 3x \times 2x$ . En géométrie, ces proportions sont similaires au rectangle d'Or, soit, 1 unité de hauteur sur 1.60 unités de largeur. La proportion de la beauté divine qui illustre les proportions de plusieurs éléments végétaux, animaux, certains minéraux ou même galactique ont été repris en architecture par plusieurs architectes depuis l'antiquité dont Vitruve et Le Corbusier. Ainsi, le confort visuel dépend de cette correspondance entre l'ellipse de vision et les proportions établies des objets perçus.

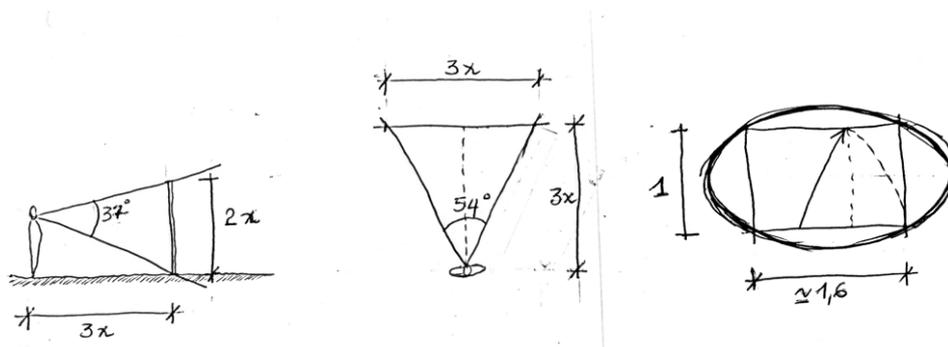


Figure 51 : les proportions en trois dimensions et l'inscription de l'ellipse de vision dans le rectangle d'Or. Ref : L. Kara Mostefa, 2021.

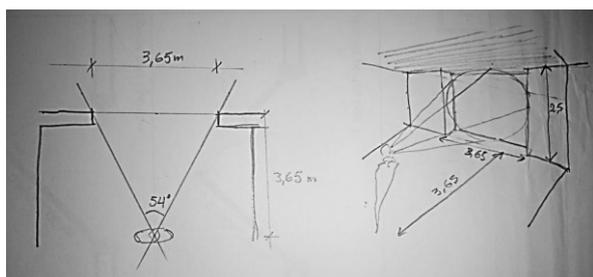


Figure 52 : l'impact de l'ellipse de vision sur les dimensions des ouvertures.

En second lieu, il est important de prendre en considération le déplacement des personnes dans la pratique des espaces (le corps en mouvement) et la construction du parcours. Les dispositifs spatiaux orientent nos mouvements selon trois axes ; le blocage de l'axe droite - gauche incite à une dynamique avant-arrière, et le blocage de ce dernier induit un moment statique ou un changement directionnel, par contre, la contrainte de l'axe haut-bas procure un sentiment de protection ou d'oppression dépendamment de la dimension de ce dernier. Elle suggère un moment statique et ouvre un grand éventail de choix directionnel.

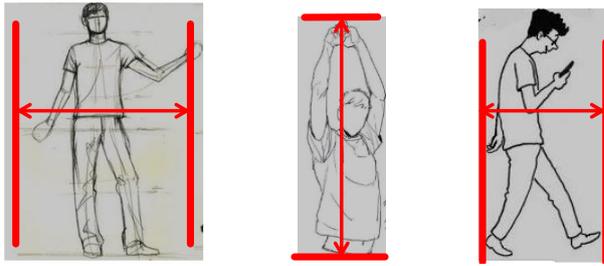


Figure 53 : le rapport entre les dispositifs et les axes de mouvement.

## 2. Les espaces : dispositifs et caractéristiques

La notion d'espace est intrinsèque à un contenant défini par un contenu, les éléments délimitant cette forme varient d'une pré-configuration et suggestion jusqu'à une définition affirmée et complète de ce dernier. L'impact de cet espace est d'autant plus renforcé, par la suite, par le choix du matériau et de la profondeur que peut lui procurer la lumière.

Par un effet crescendo, les éléments architecturaux délimitent les espaces par de simples points sous forme de bornes ou des renforcements angulaires, des lignes horizontales et verticales représentant des éléments de la structure, jusqu'à arriver à des enveloppes plus contenantes. Les enveloppes planes expriment, à cet effet, plusieurs degrés de positivité de l'espace par leurs hauteur, formes, agencements puis matérialité.

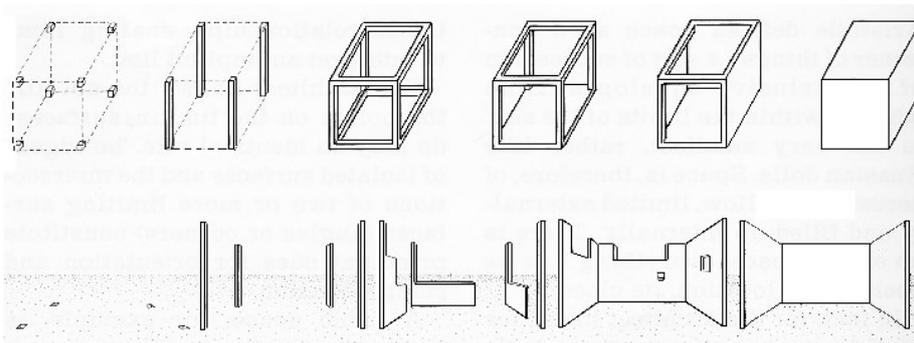


Figure 54 : différents dispositifs pour différents degrés de définition d'un même espace. Réf : (Ching, 2019).

### – Les éléments horizontaux en rapport avec la terre

Un plan horizontal est un espace prépositif et pré-statique. Il constitue un passage progressif vers ou à partir de l'espace négatif.

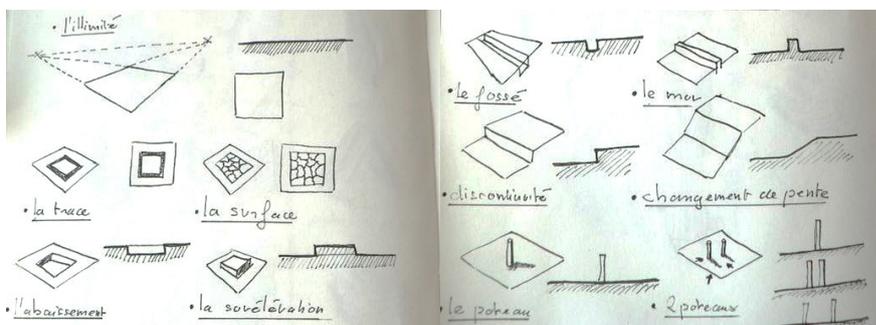


Figure 55 : Des éléments horizontaux définissant des espaces prépositifs. Réf. : Internet.

Dans cette catégorie d'espace, on peut énumérer plusieurs représentations ; une surface plane définie par un changement de texture à même le sol, un surbaissement ou une surélévation, une partie délimitée par un fossé ou un muret comme elle peut être graduellement démarquée par une discontinuité verticale ou un changement de pente. Comme il est aussi fait usage d'un élément ponctuel vertical tel un poteau ou deux poteaux pour définir une surface fictive à leurs abords. Il est à souligner que la surface enterrée présente un degré de positivité légèrement supérieur et attire les personnes aussi bien physiquement que visuellement.



Figure 56 : surfaces planes au sol. Réf. : Internet.

#### – Les éléments horizontaux en rapport avec le ciel

Il existe une variété d'éléments de couverture définissant en général des espaces positifs de premier degré. Leurs formes et configurations dépendent fortement de la structure et du matériau utilisé. On peut avoir de simple recouvrement, des couvertures à différentes hauteurs, des toits inclinés, des abris ou des porte-à-faux qui peuvent être des porches de transition. Les voûtes, les coupes et les couvertures pyramidales délimitent fortement les espaces positifs

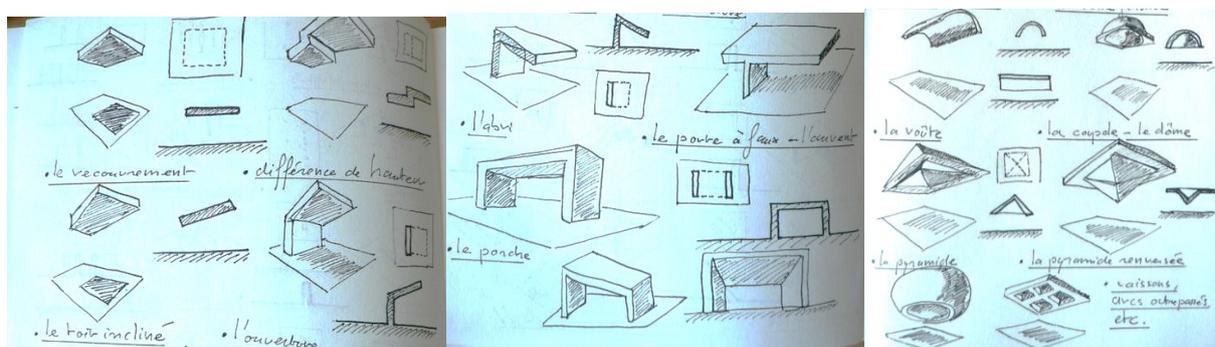


Figure 57 : Des éléments horizontaux de couverture définissant des espaces positifs. Réf. : Internet.

#### – Les deux plans horizontaux superposés

Malgré l'absence des éléments verticaux les deux plans horizontaux superposés déterminent un espace positif et statique du premier degré.

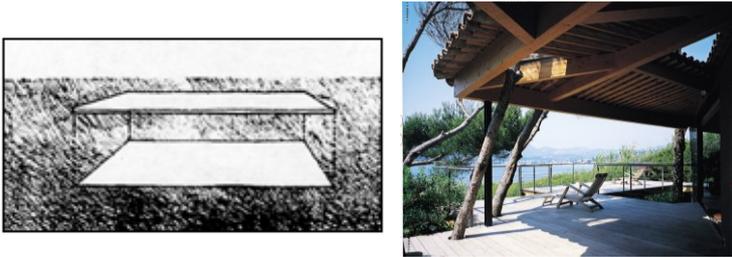


Figure 58 : Deux plans horizontaux superposés. Réf. : Internet.

### – Les éléments verticaux

Les éléments verticaux varient de simples éléments ponctuels à des pans de murs entiers de forme et de configuration multiples. Ils sont systématiquement composés avec l'élément horizontal du sol auquel on peut ajouter la couverture. Dans les cas les plus courants, les espaces sont délimités de manière régulière sur un ou plusieurs côtés.

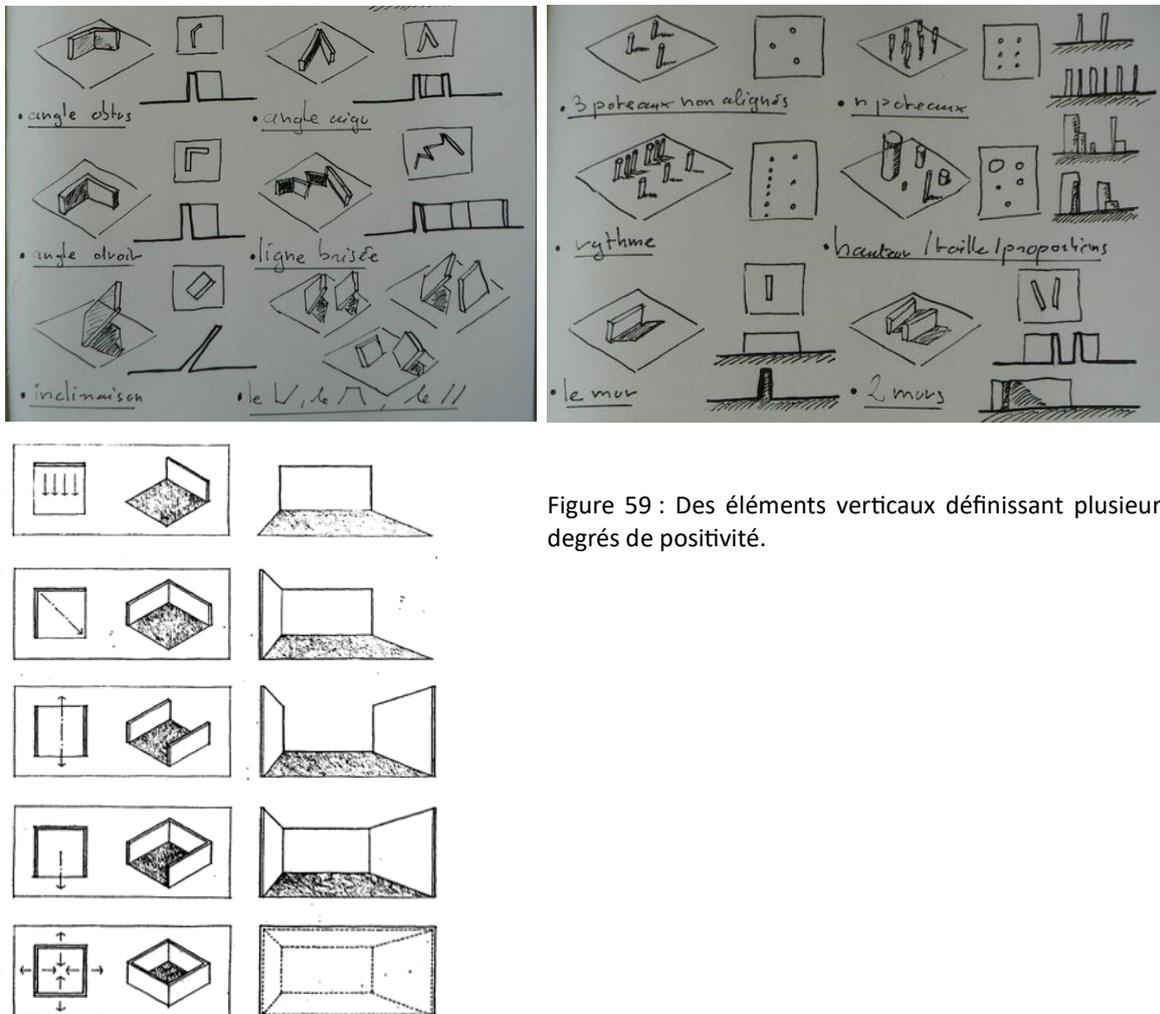


Figure 59 : Des éléments verticaux définissant plusieurs degrés de positivité.

Selon les caractéristiques des différents cas de figure <sup>7</sup>, trois degrés de positivité peuvent être définis :

Le premier degré de l'espace positif et statique, constitué par deux plans horizontaux, deux plans horizontaux et un plan vertical, deux éléments verticaux et un plan horizontal ou trois éléments verticaux et un plan horizontal. Ces dispositifs représentent une extension de l'espace intérieur mais beaucoup plus rattachée à l'extérieur avec lequel il participe.

Le deuxième degré de l'espace positif et statique est déterminé par quatre éléments parallèles (deux horizontaux et deux verticaux) avec ou sans un troisième élément vertical, comme c'est le cas pour l'espace non-couvert. Ce type de dispositif crée des espaces intermédiaires entre un intérieur fermé et un extérieur complètement ouvert.

Enfin, le troisième degré de l'espace positif et statique est complètement fermé.

### 3. Les sensations générées

Les sensations que génèrent les différents types d'espace définis plus-haut dépendent de trois critères : notre bulle personnelle, notre vision et notre orientation dynamique.

En résumé, cela dépend de l'ergonomie et de l'échelle humaine. Par exemple, la sensation non-resserrée est en rapport avec les limites de notre corps à bras tendus. Il définit ainsi une distance approximative de 1.70m qui est à la limite de notre bulle physique soit 1.80m et constitue la moitié de notre sphère sociale (3.40m).

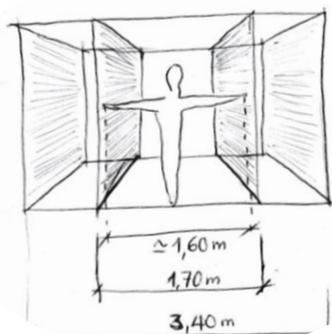


Figure 60 : Sensation de non-resserré dans un espace de 1.70m de largeur. Réf. : L. Kara Mostefa, 2021 ;

#### – La bulle personnelle

La bulle personnelle constitue une référence pour le dimensionnement et les proportions des corridors ou des espaces. Il est à retenir les sensations suivantes pour les cas de figure les plus usuels (Cousin, 1980):

1. <0,90 m : notre bulle est resserrée
2. 0,90 m de largeur, et de longueur : sensation de protection. Plus la longueur augmente : Sensation d'étroitesse.
3. 0,90 à 1,80 de largeur et de longueur protection progressive. 1,80 m : la bulle physique. Pour une hauteur de 2,50 m (hauteur inscrite à l'intérieur de l'ellipse de vision) : étroitesse tempérée.

<sup>7</sup> Ces caractéristiques sont déduites de l'analyse faite par Jean Cousin dans son ouvrage « L'Espace vivant ».

4. 1,80 m à 3,60 m : la sensation progresse de la protection vers l'ampleur tempérée, sachant que 3,60 est une dimension usuelle dans les espaces résidentiels.
5. +3,60 m : Sensation de liberté.

– **L'ellipse de vision**

Néanmoins, l'influence de notre ellipse de vision est importante dans le ressenti spatial. C'est le premier organe stimulé physiologiquement puis psychologiquement

Quand les proportions de l'espace s'inscrivent dans l'ellipse de vision de l'observateur, soit 3.6m X 3.6m X 2.5m, la sensation générée est à la limite de la protection et l'ampleur tempérée. A titre indicatif, Plus la proportion de l'espace diminue dans le sens de la largeur et augmente en hauteur par rapport à l'ellipse de vision plus la sensation de liberté s'accroît. Par contre, plus la largeur de l'espace augmente et la hauteur diminue par rapport toujours à l'ellipse de vision plus la sensation d'oppression augmente.

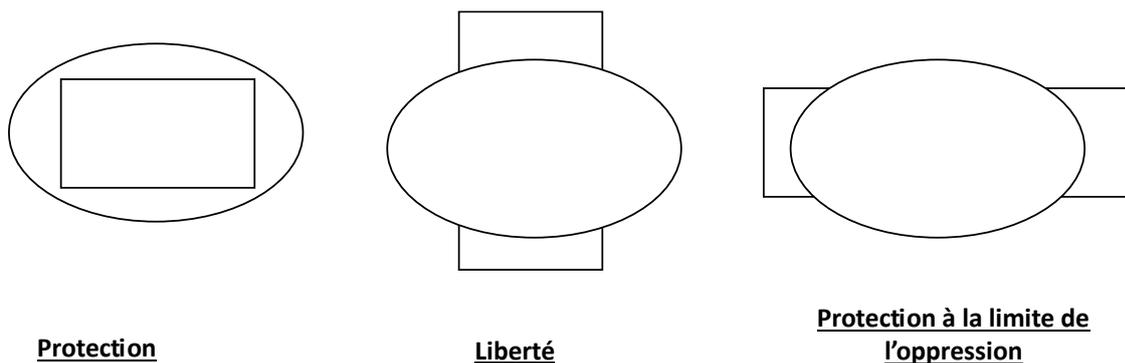


Figure 61 : Rapports entre les ellipses de vision et les proportions de l'espace et les sensations générées. Réf. : L. Kara Mostefa, 2021.

En règle générale, dans le cas de l'approche spatiale où la vision est sollicitée en premier lieu avant de stimuler notre bulle personnelle, les proportions soulignées ci-dessus en rapport à notre ellipse de vision deviennent plus importantes car elles définissent nos premières impressions sur les successions spatiales à parcourir.



Figure 62 : Sensation d'oppression : mise en évidence des deux plans horizontaux qui débordent horizontalement des limites de l'ellipse de vision. Réf. : Internet.

A titre d'exemple, ces illustrations (Fig. 63) représentent le choix de l'architecte de mettre en évidence deux plans horizontaux superposés. Différents moyens sont employés afin d'effacer les limites verticales et souligner par la texture et les proportions l'effet d'écrasement de la couverture et la sensation d'oppression.

#### – La combinaison des deux sens

L'expérience spatiale va mobiliser les deux sens de perception, la vue et le physique. En conséquence, la combinaison de plusieurs ressentis va influencer notre rapport à l'espace.

Cela accorde une importance aux dimensions et proportions prévues par l'architecte pour anticiper les sensations souhaitées à travers le vécu spatial.

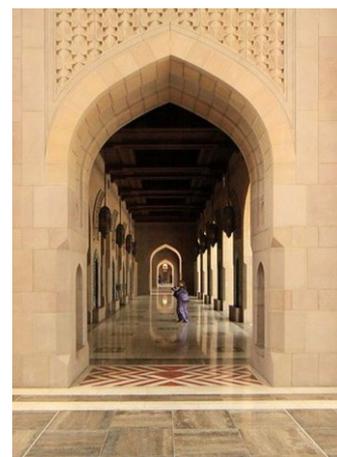
Il est à rappeler que les ressentis négatifs ne peuvent être appréciés de manière isolée, ils font référence à une séquence d'un ensemble composant le parcours. En effet, c'est la progression ou le contraste des sensations qui sont à considérer en premier lieu



Largeur + 1,80 m, murs hauts :  
Sensation de liberté et d'étroitesse tempérée avec incitation au mouvement.



Largeur -1,80 m, murs hauts :  
Sensation de liberté et d'étroitesse avec incitation au mouvement.



Largeur et hauteur +3,60 m :  
Sensation d'ampleur. +7,00m :  
ampleur monumentale, ça devient hors-échelle.

Figure 63 : Vues sur deux corridors de largeurs et de sensations différentes. Réf. : Internet.

Dans le cas des corridors<sup>8</sup> illustrés ci-dessus (Fig.64) la simple différence de largeur, supérieure ou inférieure à 1.80m, conditionne l'intensité de la sensation d'étroitesse. En revanche, quand les dimensions dépassent la sphère sociale pour s'inscrire dans une sphère publique, soit entre 3.60m et 7.00m, un ressenti d'ampleur se dégage de l'espace, au-delà, l'ampleur est monumentale car on est dans des proportions hors-échelle. Cette dernière procure une certaine majesté à l'espace et souvent revêt une dimension symbolique, d'où son usage dans les lieux à caractère cultuels ou culturels.

Les espaces dont les proportions s'inscrivent dans l'ellipse de vision dégagent une sensation d'ampleur progressive selon les dimensions octroyées

- Entre 1.80m et 3.60m de dimension de base en respectant plus au moins les proportions d'une profondeur égale et une hauteur de deux tiers, il est généré une ampleur tempérée de cet espace
- Entre 3.60 et 7.00m tout en opérant les mêmes proportions, on se trouve dans la sphère sociale. L'espace est adapté aux lieux résidentiels pour générer une sensation d'ampleur satisfaisante. C'est la raison pour laquelle les espaces couverts par des voutes et des coupes dégagent un bien être satisfaisant psychologiquement, car la forme concave procure assurance et bien-être.
- Au-delà de 7.00m avec les mêmes critères de proportion ou dans le cas d'un surdimensionnement de l'un des côtés de l'espace, nous sommes dans une ampleur monumentale qui peut être aussi intéressante dans certains cas, notamment son usage dans des espaces de vie à double-hauteur.

---

<sup>8</sup> Un corridor est un espace dont la profondeur est supérieure à la largeur et la hauteur. Généralement, la largeur présente la dimension la moins importante. C'est un espace de circulation et de distribution. Il est à souligner que les corridors de plus de 35m deviennent stressants.

## COURS 4 : ORGANISATION DE L'ESPACE ET DE LA FORME ARCHITECTURALE

### 1. Les principes d'organisation :

#### – L'ordre

L'ordre constitue la « *Disposition d'éléments, organisation de leur place dans un ensemble* » (<https://www.larousse.fr>)

Il est soumis à une organisation selon des configurations spatiales ou formelles lisibles, telles que la ligne, la courbe, le cercle, la trame, ...

#### – L'équilibre

C'est l'« État de repos, position stable d'un système obtenu par l'égalité de deux forces, de deux poids qui s'opposent : Mettre les plateaux d'une balance en équilibre. » (<https://www.larousse.fr>)

L'équilibre en architecture est généralement perçu selon un axe vertical qui est opéré par une similitude des éléments de part et d'autre ou par une proportion équivalente d'éléments disposés en contraste. (Voir plus loin).

#### – L'unité

L'unité est la qualité de ce qui est homogène, non composite : L'unité architecturale d'un édifice. C'est aussi le « caractère de ce qui est commun à plusieurs, qui est identique pour les éléments composants le tout. » (<https://www.larousse.fr>)

Cette unité concerne aussi bien les éléments d'un même projet que des composants communs entre un projet et un site naturel ou urbanisé.

#### – La proportion

La proportion est « chacun des rapports de grandeur, plus ou moins satisfaisants pour l'observateur, dans les parties d'un édifice, entre plusieurs parties ou entre l'ensemble et ces parties. » (<https://www.larousse.fr>)

#### – L'échelle

Dans ce cas, l'échelle signifie « à la mesure », « en proportion de quelque chose, au niveau de quelque chose ». (<https://www.larousse.fr>)

En conception architecturale, les proportions du corps humain deviennent la mesure de référence de la gestion des rapports de grandeur. On estime ainsi les proportions d'un édifice ou d'un espace comme étant à l'échelle humaine lorsque les proportions s'inscrivent dans sa sphère sociale ou à la limite de la sphère publique. Ce cas de figure est caractéristique des architectures et ensembles urbains vernaculaires. Leur qualité intrinsèque réside dans la cohésion sociale de son émergence et sa perpétuité.

Cependant, quand ces proportions sont au-delà de la sphère publique, elles sont considérées comme étant « hors-échelle » et rend l'homme insignifiant dans cette dimension. Dans ce cas,

l'homme ne participe pas dans la composition de l'ensemble et devient un sujet externe impliqué par l'observation.



Figure 64 : les proportions de l'organisation de l'espace urbain et du bâti sont à l'échelle de l'homme (à gauche) et Hors-échelle (à droite). Réf. : Internet.

Pour atteindre une harmonie dans l'organisation de l'espace et de la forme architecturale, à travers ces principes, un ensemble de procédés et d'outils de composition et de mise en relation sont employés. Il est abordé ici les plus couramment utilisés en architecture, en général, et dans l'habitat, en particulier, il s'agit de la symétrie, le contraste, la répétition, la similitude, l'accent et l'urbanité.

## 2. Les procédés de composition ou de mise en relation spatiale et formelle :

### – La symétrie



Figure 65 : A gauche : La bibliothèque communale (Ex. La cathédrale du Sacré-Cœur d'Oran), à droite : NISHIMIKUNI house, Yodogawa Ward, Arbol Architect, 2013. Réf. : L. Kara Mostefa, 2020, internet.

La symétrie est l'un des procédés de composition formelle et spatiale les plus élémentaires et les plus répandues en architecture depuis l'antiquité. Elle apporte de l'équilibre à la composition selon un axe vertical. Selon Vitruve : « *la symétrie est la proportion qui règne entre toutes les parties de l'édifice, et le rapport de ces parties séparées avec l'ensemble, à cause de l'uniformité des mesures.* » (M.CH.L., 1847).

La composition asymétrique à l'opposé n'admet pas d'axe de symétrie et repose plus sur le principe d'équilibre des masses. Elle n'est pas abordée vu la complexité du procédé. Il est préféré à cet effet le procédé par contraste.

### – Le contraste

Si la symétrie est considérée comme un outil de composition qui permet l'équilibre, il n'en est pas moins pour l'asymétrie qui grâce à un contraste de plusieurs composants formelles ou spatiaux assure cette unité équilibrée et proportionnée des parties dans le tout.

La perception visuelle de cet équilibre de l'ensemble est définie comme étant la quatrième dimension de la spatialité architecturale selon Zevi. Elle est atteinte grâce à différents éléments tels que le contraste de lignes, de surfaces, de plans et de volumes, de textures, de couleurs ... et cela par le changement de direction, entre le vertical et l'horizontal, de contenu, entre le plein et le vide ; de luminosité, entre le sombre et l'éclairé ; de texture et de couleur, par l'usage de matériaux et de matières diversifiés.



Figure 66 : les différents supports de représentation graphique d'un même édifice qui permet des lectures de contraste de lignes de surfaces et de volumes. Pavillon d'exposition allemand de Barcelone, Mies Van Der Rohe architecte, 1929. Réf. : Internet.

### – La similitude

La similitude est la « copie d'une œuvre exécutée par l'auteur ou sous sa direction. » (<https://www.larousse.fr>)

C'est un procédé qui assure l'unité d'un ensemble architectural ou urbain. Il est très présent en architecture vernaculaire car l'emploi du même matériau et la répétition des mêmes techniques constructives produisent des éléments architecturaux et architectoniques semblables (ouvertures, toitures, portes, modénatures, revêtements, structures, couleurs, matériaux, ...) dans leur configuration formelle et spatiale, même s'ils sont de taille et de forme sensiblement variées. Ce type de répétition par éléments apporte plus de richesse à l'ensemble car il permet une production diversifiée, personnalisée et évolutive. Contrairement à la reproduction intégrale des maisons ou des édifices qui peut évoquer une monotonie et un appauvrissement de la composition de l'ensemble.



Figure 67 : Similitude des éléments architecturaux ou des ensembles architecturaux, emploi des matériaux et techniques constructives. Réf. : Internet.

Cependant, pour pallier à cette monotonie issue de la reproduction intégrale, d'autres procédés de composition sont mis en-œuvre tel que « l'accent ».

#### – L'Accent

« En toute composition, un centre d'intérêt est nécessaire, une sorte de point focal qui attire l'œil. » (Zevi, 1959). Il contraste l'ensemble par la forme, la taille, les proportions, le matériau, la couleur ou la texture. Généralement, ce procédé est utile dans les compositions à grande échelle. C'est un outil de composition qui renforce le caractère unitaire de l'ensemble de la composition.



Figure 68 : différents accents complétant des compositions formelles ou spatiales ou une forme monolithique. Réf. : Internet.

## – L'Urbanité

Souvent, l'absence d'un environnement urbain homogène incite à la prolifération d'interventions ponctuelles à caractère singulier jusqu'à arriver à la saturation.

C'est l'insertion de l'objet architectural dans l'assise urbaine existante qui est un processus d'urbanité. C'est l'art de composer avec son environnement bâti sans prétention. *« C'est la qualité qui manque aux grandiloquents, aux égocentriques. ..., nous sommes environnés par une architecture qui peut avoir toutes les qualités, mais qui n'est certes pas urbaine. »* (Zevi, 1959).

Au-delà des recommandations urbaines imposées par un règlement d'urbanisme appliqué à des ensembles bâtis, la volonté de s'insérer devient un besoin de plus en plus manifesté par les habitants et la société en général. Les architectes et urbanistes comprennent la nécessité de ce processus afin de rendre nos villes vivables, durables, accessibles, qui répondent aux besoins de tous individus et qui soient agréables à vivre en communauté.

Plusieurs procédés d'intégration sont dès lors opérés par les architectes pour ce faire. Il s'agit de l'alignement, du respect de la hauteur dominante ou du tracé du Skyline, du rythme des ouvertures, du type de couverture, des couleurs et nuances existantes. Respecter la morphologie d'ensemble ou la typologie dominante avec une nouvelle architecture qui reflète son moment et son caractère. C'est vouloir continuer l'écriture de cette syntaxe que dicte la ville.

Cela dit, il est aussi permis d'opérer, avec justesse et équilibre justifiés, une intégration par contraste ou rupture. Une action qui demande une analyse approfondie à différentes échelles et avec une évaluation de la nécessaire convivialité sociale (Beaucire & Desjardins, 2014).



Figure 69 : Façades urbaines contemporaines et édifices intégrés dans l'environnement bâti existant, alignement, hauteur, ouvertures, couverture. Réf. : Internet.



Figure 70 : Urbanité d'intégration par contraste dans un site hétérogène. Introversion pour l'intimité. Réf. : Nishimikuni house, Yodogawa Ward, Arbol Architect, 2013.

– **La composition avec le site naturel**

Il s'agit des modes d'intégration dans un site naturel afin de préserver son équilibre et tirer profit de ses atouts et potentialités. Elle s'opère par le respect du relief, du matériau, de la couleur, de la morphologie globale, ...



Figure 71 : Edifices intégrés dans leurs sites. Réf. : Internet.

**3. Les outils d'organisation et de transformation d'une forme ou d'un espace unitaire :**

– **La ligne**

La ligne est le premier élément d'organisation des éléments composants la forme et les espaces architecturaux. Elle permet d'unifier les parties disparates et hétérogènes sous différentes matières et expressions.



Figure 72 : En haut, les éléments structurels en bois permettent le support des différents espaces et constituent des éléments de rappel unificateurs (Une maison au Japon). En bas, les montants en bois d'encadrement des ouvertures et les lignes que dessinent les plans horizontaux sont prolongés à l'intérieur sous différentes formes, caissons du planchers, marches, garde-corps, ... etc (Bachman-Wilson House, Franck Lloyd Wright architecte, 1954). Réf. : Internet.

Cette expression visuelle est utilisée en architecture vernaculaire, dans la casbah d'Alger, on retrouve au niveau du patio la volonté d'unifier les deux niveaux d'arcades à travers l'allongement de la verticalité des colonnes superposées par la ligne que dessine la mosaïque verticale.



Figure 73 : la ligne comme outil d'organisation et d'unification des deux niveaux du patio, exprimée à travers les colonnes et la mosaïque verticale (Maisons de la casbah d'Alger). Réf. Internet.

#### – La surface

La surface comme élément de lecture visuel abstrait est matérialisé en architecture à travers les planchers horizontaux. Ce mode d'organisation de la forme et de l'espace a trouvé une large expression avec l'avènement de l'architecture moderne et l'usage du béton armé et de l'acier. Au début du XX<sup>ème</sup> siècle, l'architecte F.L.Wright a innové dans la production architecturale en utilisant ce procédé, notamment, dans le projet de la maison de Mrs. Gale « *l'élévation d'une modernité saisissante avec les balcons en saillie et les avant-toits plats.* » (Pfeiffer, 2004, p. 32). Une réalisation majeure que Wright la qualifie comme le « précurseur de la maison sur la cascade » (Pfeiffer, 2004). Dans le projet de la maison sur la cascade, les toits débordants sont exprimés de manière magnifiée, le tout étant accentué par des ouvertures filantes pour renforcer l'apparence flottante de l'ensemble. Une expression qui prend naissance de sa volonté de mettre en rapport l'édifice avec son environnement naturel, d'où la reproduction d'une architecture organique inspirée des édifices japonais.

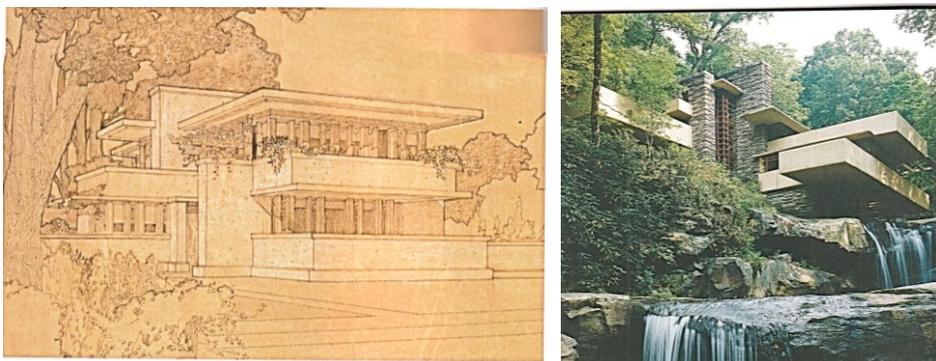


Figure 74 : Organisation de la conception du projet dominé par la mise en valeur des planchers (Fallingwater house, 1935, Illinois, USA ; Robie house, 1909, Pennsylvanie, USA). Réf. : Pfeiffer, Wright, 2004.

– **Le volume :**

L'organisation de la conception par le volume est une approche qui oriente l'espace vers l'intérieur. Si elle était largement utilisée dans l'architecture vernaculaire, elle est considérée comme étant minimaliste en architecture contemporaine. Elle est convoitée pour ses qualités bioclimatiques car l'espace introverti permet une meilleure isolation contre les aléas climatiques extérieurs et des inconvénients au vis-à-vis.

Cependant, il existe deux types d'organisation par le volume, le volume plein dans lequel plusieurs transformations sont opérées ou le volume vide dominant autour duquel s'organisent plusieurs volumes annexes.



Figure 75 : Organisation de la forme à partir du volume du vide : En haut, Bibliothèque Publique Arab en Arizona, Richard et Bauer architectes, Arizona, 2009 ; en bas : Complexe fortifié et maison à patio. Réf. : Internet.

– **Possibilités de transformation formelle et spatiale**

Les transformations s'opèrent par des procédés de soustraction ou d'addition sur des espaces et des volumes. Cependant, elles sont à manipuler avec parcimonie et loin d'une tendance formaliste de composition purement volumétrique car leur but est d'hiérarchiser les espaces préalablement pensés contenant dans des enveloppes.

Les soustractions peuvent être classées en trois catégories :

1. Soustraction selon une ligne
2. Soustraction selon des surfaces parallèles
3. Soustraction de volume

La soustraction selon une ligne sur arrête définit sur le plan spatial des corridors longitudinaux. Par contre, les soustractions selon une surface plane parallèle au face du volume réduisent les dimensions d'un espace ou d'un volume. Les formes spatiales sont maintenues mais leurs dimensions sont réduites. Quant aux soustractions de volume, elles se font dans la troisième

dimension, selon un, deux ou trois plans. Elles transforment l'espace sur le plan dimensionnel et formel à la fois.

Dans une transformation opposée, l'addition d'espaces ou de volumes se fait par la greffe d'entités secondaires sur un espace principal ou un volume. Ces parties se caractérisent par un changement de forme, de dimension et de proportion. Cette addition se fait de manière linéaire le long d'un corps principal allongé, radioconcentrique ou groupé. Elle est généralement mise en évidence par le contraste de texture, de couleur ou de matériaux. L'essentiel dans ce type de transformation est d'assurer l'équilibre et l'unité de l'ensemble.



Soustraction linéaire

Soustraction de surface



Soustraction de volume

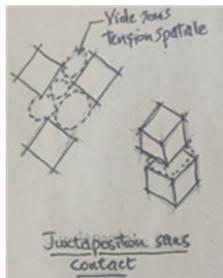


Addition d'entités secondaires sur un volume principal

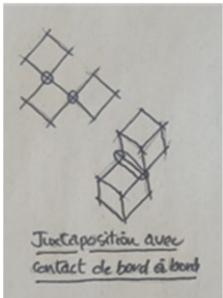
Figure 76 : Différentes possibilités de transformations spatiales et formelles. Réf. : Internet.

#### 4. Les outils d'organisation et de transformation de plusieurs formes et espaces

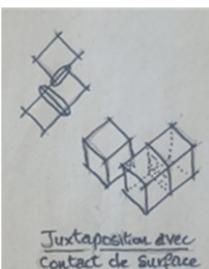
Le rapport entre plusieurs entités formelles et spatiales peut être organisé de plusieurs manières. La plus faible de ces rapports est une juxtaposition des formes sans contact qui génère des vides sous forme de tensions spatiales dont le caractère et la fonction doivent être gérés par l'architecte. Souvent, le vide donne lieu à un espace négatif qui peut être le prolongement de l'espace positif intérieur, comme il peut être approprié par les deux entités pour créer une liaison entre les deux espaces ou les deux formes. Généralement, ces vides sont occupés sous forme d'espaces servants, comme des espaces de circulation aussi bien verticaux qu'horizontaux. Cette organisation confère une lisibilité à l'ensemble en attribuant un caractère commun à ces interstices.



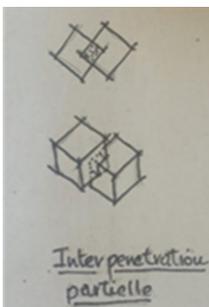
Juxtaposition des formes sans contact qui génère des vides sous forme de tensions spatiales dont le caractère et la fonction doivent être gérés par l'architecte. Souvent, le vide donne lieu à un espace négatif qui peut être le prolongement de l'espace positif intérieur, comme il peut être approprié par les deux entités pour créer une liaison entre les deux espaces ou les deux formes.



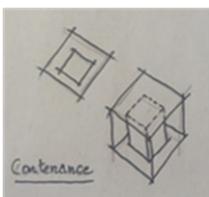
Juxtaposition avec contact de bord à bord. Ce type d'organisation est peu courant et non souhaitable en architecture car il est compliqué à mettre en œuvre en exécution et se trouve non utile.



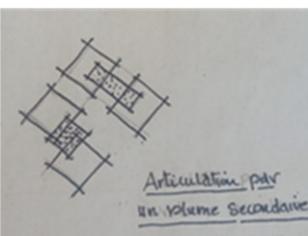
Juxtaposition avec contact de surface permet de créer une liaison, un passage et une transition entre deux entités. Ces dernières peuvent préserver leur autonomie comme elles peuvent être fusionnelles et présenter une continuité spatiale par simple passage.



Interpénétration des volumes sous forme d'imbrication partielle définit un espace commun dépendant de l'un et de l'autre spatialement et formellement parlant.



Organisation par contenance où chaque volume et chaque espace est clairement distinct et défini.



Articulation entre deux espaces ou formes majeurs par un troisième espace ou volume intermédiaire indépendant par sa forme et ses proportions et clairement délimité par sa matérialité, texture ou nature. Il est imbriqué dans les deux parties pour assurer la liaison et la transition.

Dans un degré de rapport plus important, le premier contact entre deux volumes est obtenu par le rapprochement entre les formes par juxtaposition avec contact de bord à bord. Ce type d'organisation est peu courant et non souhaitable en architecture car il est compliqué à mettre en œuvre en exécution et se trouve non utile. Par contre, la juxtaposition avec contact de surface permet de créer une liaison, un passage et une transition entre deux entités. Ces dernières peuvent préserver leur autonomie comme elles peuvent être fusionnelles et présenter une continuité spatiale par simple passage.

Enfin, l'interpénétration des volumes sous forme d'imbrication partielle définit un espace commun dépendant de l'un et de l'autre spatialement et formellement parlant. Il permet le passage d'une entité spatiale à une autre sous différentes formes de transition (encaissement, surélévation, mezzanine, patio, contre-espace, cour ...).

Cette articulation entre deux espaces ou formes majeurs peut aussi se faire par le choix d'un troisième espace ou volume intermédiaire indépendant par sa forme et ses proportions et clairement délimité par sa matérialité, texture ou nature. Il est imbriqué dans les deux parties pour assurer la liaison et la transition. Sur le plan spatial, cette transition est fortement perçue et vécue physiquement et visuellement.

Enfin, le plus haut degré de rapport entre deux ou plusieurs entités spatiales est une organisation par contenance où chaque volume et chaque espace sont clairement distincts et définis. Cela procure des échelles d'importance différents à l'un et l'autre et de ce fait ces deux entités contrastent dans leurs expressions spatiales, fonctionnelles et matérielles.

Par ailleurs, une combinaison de plusieurs types d'organisation est aussi courante, un choix régulé par la nécessaire lisibilité de l'ensemble par le recours à une hiérarchie d'Organisation du plus dominant vers le secondaire.



Figure 78 : Exemples architecturaux représentant les possibilités d'organisation citées précédemment. Réf. : Internet.

L'organisation à une échelle plus importante de plusieurs formes et espaces se fait selon des règles de mise en relation spécifiques, elle garantit l'ordre et l'unité de l'ensemble. Selon le contexte et l'environnement, certaines organisations seront privilégiées pour garantir une insertion commode au contexte naturel ou urbain et faciliter le fonctionnement des parties dans un tout homogène et unitaire. L'organisation peut être linéaire, radioconcentrique, radiale, tramée ou groupée.

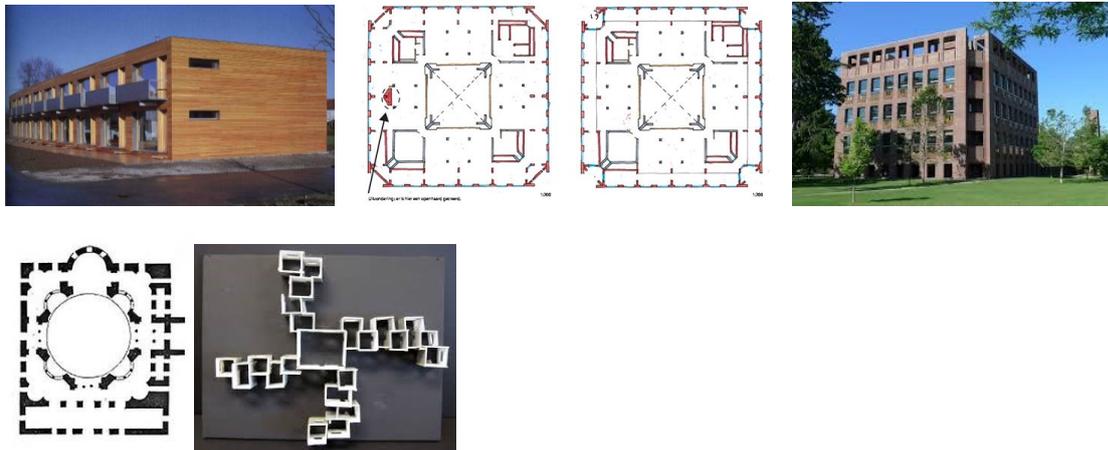


Figure 79 : L'organisation de plusieurs espaces et formes : linéaire, tramée, centrale et radiale. Réf : Internet.

## COURS 5 : LES RAPPORTS FORME-ESPACE-FONCTION

### 1. Le diagramme comme mode de représentation des fonctions

Afin de gérer l'organisation des fonctions dans l'espace, l'architecte peut élaborer un schéma sous forme de diagramme qui définit l'importance des rapports espaces-fonctions ainsi que le type de relation entre eux. Il est à rappeler que le diagramme devient un élément nécessaire dans l'élaboration de grands projets architecturaux dont le fonctionnement dépend d'une structuration précise des espaces et de leurs relations. L'introduction à ce processus d'apprentissage pour les étudiants est expérimentée à travers la maison individuelle. Il est utilisé dans le but d'assurer la fluidité du fonctionnement d'une habitation où l'organisation des espaces est soumise à un agencement spécifique et leurs relations sont de nature directes ou indirectes. La proximité ou l'éloignement sont alors définis selon la nature des espaces accueillant ces fonctions. Il est en général partagé en deux grandes parties distinctes qui correspondent, d'une part, aux espaces jour contenant les espaces de vie tels que le séjour, la cuisine, le bureau et leurs annexes, et d'autre part, aux espaces nuit tels que les chambres, les Salles d'eau et leurs annexes aussi. Selon l'étendue de l'habitation, d'autres fonctions peuvent être incorporées pour constituer d'autres zones spatiales dans l'ensemble de la propriété.

Le diagramme fonctionnel ne requière toute sa signification qu'une fois implanté sur site sous forme de zones contextualisées selon les avantages et les inconvénients relevés.

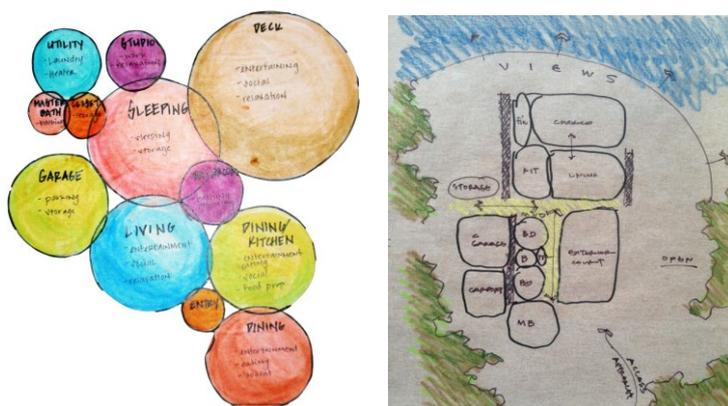


Figure 80 : Diagramme organisationnel des fonctions et leur insertion sur site.

### 2. Les rapports espace-fonction :

Il est à relever dans la projection des fonctions dans une habitation une relation permanente entre l'espace et la fonction qu'il accueille et de ce fait les relations spatiales qui en résultent. Elles sont indépendantes des configurations formelles plutôt variables d'un contexte à un autre. En volume unitaire ou volumes plurielles, il a été constaté la possibilité de reconversion de certaines bâtisses à vocations premières multiples en habitations fonctionnelles et confortables. Il est à citer aussi les maisons réalisées par Wright qui se caractérisent par la diversité de leurs formes et la permanence des fonctions et des rapports spatiaux.

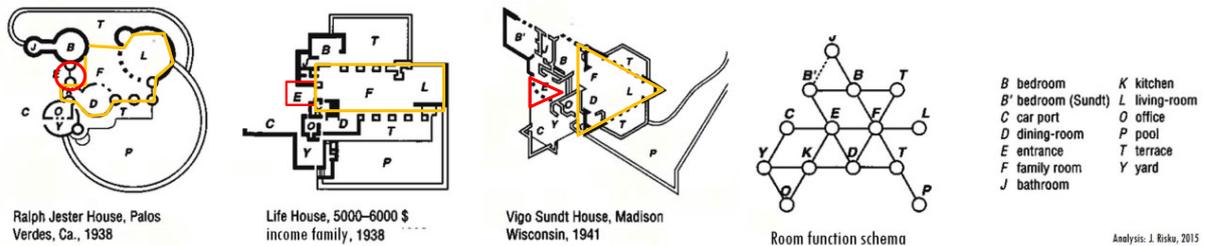


Figure 81 : Diversité des formes d'habitations et permanence des fonctions et rapports spatiaux (F. L. Wright architecte). Réf. : J. Risku, 2015, modifié par : L. Kara Mostefa.

### 3. Les rapports espace-parcours :

Il existe trois grands rapports de l'espace au parcours et cela dépend de l'approche spatiale choisie ainsi que de l'importance des espaces dans le cheminement du parcours. Ching aborde ce type de rapport entre les espaces et la circulation. Il peut être distribuant où le parcours est indépendant dans sa spatialité des espaces qu'il dessert, traversant les espaces faisant ainsi partie intégrante de ce dernier ou bien aboutissant vers un espace dominant marquant ainsi la finalité de la progression de l'expérience spatiale. Il est aussi courant de combiner entre les différents types de rapports dans un même projet tout en veillant à une organisation ordonnée de l'ensemble.

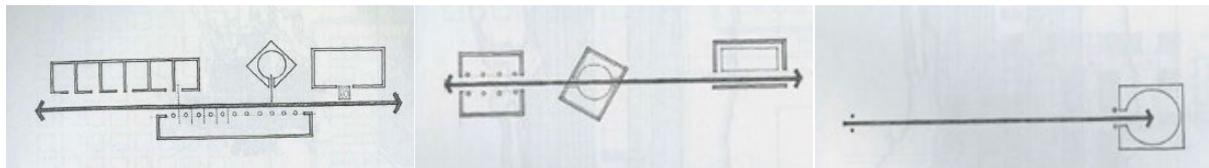


Figure 82 : les différents rapports espaces-parcours, de gauche à droite : distribuant, traversant, aboutissant. Réf. : (Ching, 2019).

### 4. Les rapports forme-parcours :

Il existe des rapports basiques entre les formes et les configurations des parcours afin d'assurer une lisibilité et une fluidité dans le déplacement et la mobilité spatiale.

Cela est aussi valable à plus grande échelle où la nécessité de repérage dans l'espace suggère des dispositions claires, répétées et facilement accessibles. Cette faculté de pouvoir se positionner dans l'espace fait partie du bien-être psychologique et du confort souhaité.

Dans une habitation, la configuration du parcours dans une circulation délimitée ou intégrée à l'espace est nécessaire pour une pratique fonctionnelle et agréable. L'architecte est amené à agencer ses espaces et son aménagement fixe et mobile de telle sorte à permettre cette fluidité d'un côté, et de l'autre de susciter une succession séquentielle riche et variée de manière intentionnelle et non aléatoire.

Il est abordé ci-dessus des configurations sous-formes schématiques et suggestives mais qui peuvent avoir les mêmes types d'organisation des rapports à grande échelle.

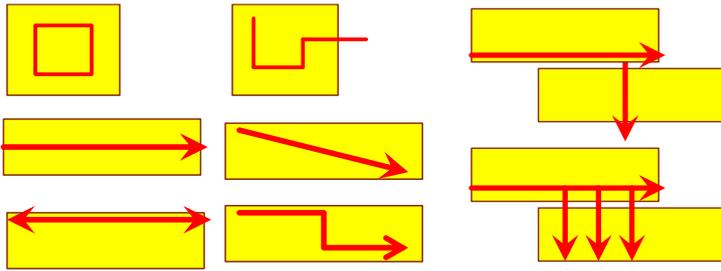


Figure 83 : Les rapports basiques entre forme-parcours à une échelle réduite. Réf. : L. Kara Mostefa, 2020.

A titre indicatif, les exemples qui suivent permettent d'illustrer ces rapports dans des maisons compactes intégrées dans des contextes de site contraignants permettant ainsi d'orienter les choix conceptuels. Il s'agit des contraintes en rapport avec la forme du terrain, ses dimensions, son orientation et son environnement bâti.

Bien que ce type de rapport soit élémentaire, il est à retenir la nécessaire lisibilité des déplacements et parcours choisis par l'architecte. Pouvoir se repérer par un schéma de déplacement identifié contribue à la notion de confort dans la pratique des lieux, quelques soient l'échelle ou l'usage.



Figure 84 : les rapports forme-parcours. Réf. : Internet.

## 5. Rapport fonction-enseulement, un procédé bioclimatique

Une bonne orientation des espaces selon leurs usages est utile pour une pratique agréable de ces derniers. Dans le contexte algérien, bien que les contextes climatiques changent d'une région à une autre, le même principe d'orientation des espaces est opéré étant donné que l'Algérie est située dans l'hémisphère supérieur de la terre où le soleil progresse de l'est vers l'ouest en passant **par le sud**<sup>9</sup>.

Le côté est est caractérisé par le lever du soleil où les rayons solaires sont doux et agréables en été et frais en hiver. Cette orientation est appropriée pour les espaces nuit et leurs dépendances tels que les chambres et les salles d'eau. Elle ne nécessite pas des procédés de protection particuliers et les plantations de végétation dans cette zone ont le caractère d'agrément.

Du sud-est jusqu'au sud-ouest l'enseulement est haut en été et bas en hiver, ce qui constitue un emplacement idéal pour les espaces jour, tels que le séjour, l'espace à manger et la cuisine. Une protection par un débord de toit, des pergolas ou des brise-soleil horizontaux peut estomper l'intensité des rayons à l'intérieur des espaces en les réfléchissant en été. Ces procédés ne constituent pas un obstacle pour la pénétration des rayons bas en hiver dont la captation est souhaitable. L'autre moyen de protection est l'implantation de végétations caduques dont le feuillage peut filtrer les rayons en été et leur perte en hiver permet la pénétration des rayons dans les espaces de vie en les réchauffant.

Quant au côté ouest, ce dernier est caractérisé par un soleil bas et agréable en hiver qui pénètre les espaces en profondeur. Malheureusement, en été ces rayons deviennent intenses et l'exposition se prolonge jusqu'au nord-ouest en été. Le rayonnement de ce côté est nocif et désagréable et nécessite la mise en place de dispositifs de protection adaptés si les contraintes fonctionnelles ou contextuelles imposent la disposition des chambres dans cette direction. Il est, dans ce cas, impératif d'accorder une attention particulière à ces espaces par la prévision d'écrans végétaux sous forme d'arbres caduques car ils protègent des rayons horizontaux en été et permettent l'exploitation de la chaleur que procure ces rayons en hiver pour une courte durée car le soleil se couche côté sud-ouest. Il est à citer comme dispositifs architecturaux les brise-soleils verticaux ou la loggia car elle crée une profondeur et protège ainsi l'espace qu'elle distribue.

Le côté nord est plutôt éclairé, privé d'enseulement, il est généralement commode pour l'installation des espaces de service qui ne nécessitent pas d'enseulement tels que les salles d'eau, le garage, les buanderies, le cellier, la bibliothèque ou tous autre espace de service.

En conclusion, la bonne orientation des espaces dans une habitation et la mise en place des dispositifs de protection ou de captation appropriés qu'ils soient naturels ou architecturaux constituent une action bioclimatique efficace qui s'inscrit dans le principe du développement durable. Elle permet d'économiser de l'énergie du chauffage ou de la climatisation issue de procédés actifs à forte consommation d'énergie.

---

<sup>9</sup> Il faut noter à ce propos, qu'en Algérie, dans chaque contexte climatique l'architecte va utiliser des dispositifs de protection adaptés pour réduire ou augmenter le flux des rayons solaires.

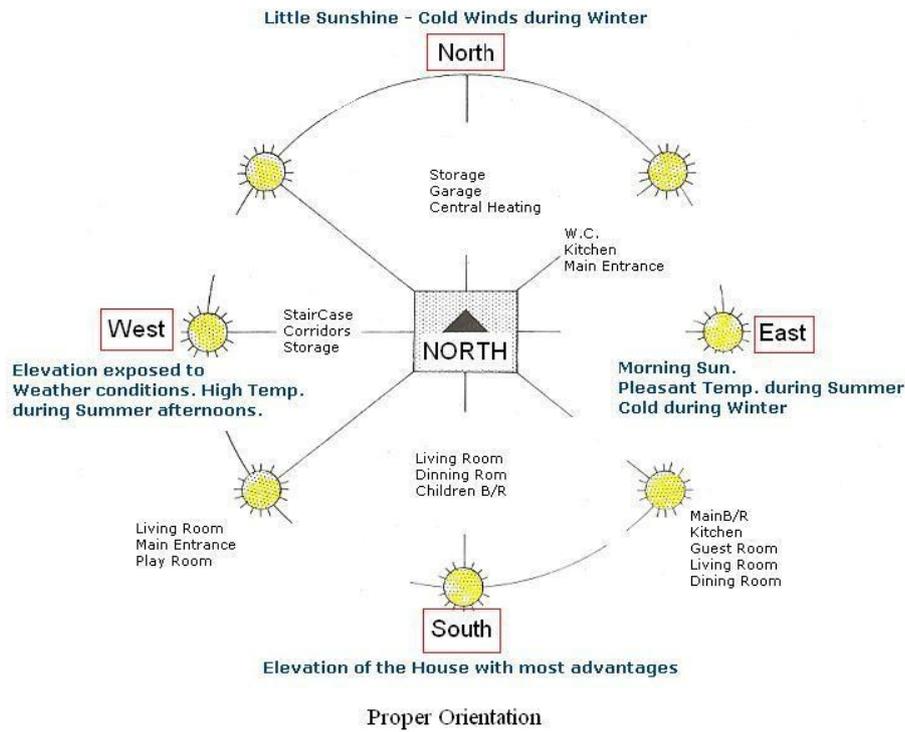


Figure 85 : Dispositions souhaitables des espaces selon l'orientation par rapport au soleil quand ce dernier progresse par le Sud

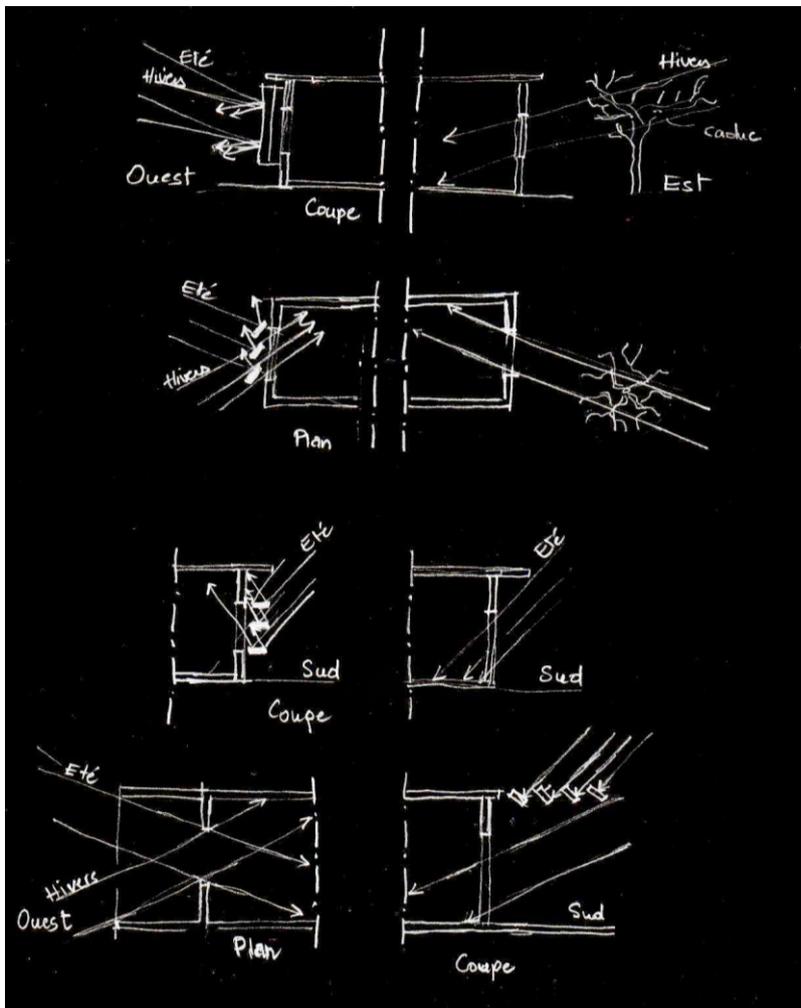


Figure 86 : Quelques dispositifs de protection selon la hauteur et l'azimut du soleil et la fonction des espaces. Réf. : L. Kara Mostefa, 2020

## **COURS 6 : LES APPROCHES SPATIALES EN QUETE DE MATERIALITE**

L'espace architectural est défini par le **vide** et la **matière** ; « *L'espace architectural est l'immatériel que nous définissons avec la matière.* » (Meiss V. P., 1995). A cet effet, dans l'enseignement didactique, la sensibilisation des apprenti-architectes à la relation entre la structure, son expression et l'espace qu'elle génère est primordiale. Cette expérience entreprise par Meiss dans l'enseignement et qui a été également expérimenté avec les étudiants limite les manipulations spatiales abstraites dépourvues de cohérence structurelle et éloignées des possibilités constructibles. Le choix d'une approche spatiale peut altérer ou transformer les compositions immatérielles des étudiants en atelier d'où la nécessité d'anticiper la logique structurelle.

En effet, le rapport de l'espace à la structure est une dimension généralement non maîtrisée par les étudiants, elle est réfléchi indépendamment de la production spatiale. L'étudiant doit prendre conscience de trois aspects, la nécessaire matérialité constructive de son projet, les possibilités structurelles que cela implique ainsi que de la relation intrinsèque de cette dernière avec l'espace qu'elle définit (Meiss V. P., 1995). Les étudiants expérimentent trois relations entre la structure et l'espace qui sont : l'espace de la structure, le plan libre et le Raumplan, sur un même projet. Ils constatent des transformations majeures de leurs espaces, formes et projets mais qui procurent une harmonie et assurent des sensations de bien-être.

### **1. L'espace de la structure**

L'espace de la structure suggère la définition des limites spatiales par les éléments structurels. Si ce rapport entre la structure et l'espace est d'usage depuis le néolithique, il est imposé par la matière disponible (pierre, brique de terre, bois) et des exigences constructives. Un rapport visible dans toutes les architectures vernaculaires qui leur confère cohérence et ordre global. Cette rigueur est restée de mise dans l'architecture contemporaine grâce à la lisibilité et la clarté des espaces et de la structure qui les sous-tendent.

Selon Meiss, certains principes caractérisent cette logique :

- L'espace n'est défini que par la structure
- L'espace-structure suggère une articulation et une juxtaposition des espaces qu'on peut obtenir par addition ou soustraction.
- Les ouvertures par leurs dimensions ou positions dépendent ou des capacités structurelles ou de l'ordre géométrique du matériau. Ce dernier utilisé de manière rationnelle régit aussi le remplissage.
- Parfois, l'espace est ouvert mais la structure et les éléments horizontaux tels que la couverture et le sol suffisent pour définir l'espace.



Figure 87 : L'espace abstrait et ses possibilités d'expression architecturale définies par l'espace de la structure. Réf. : Internet.

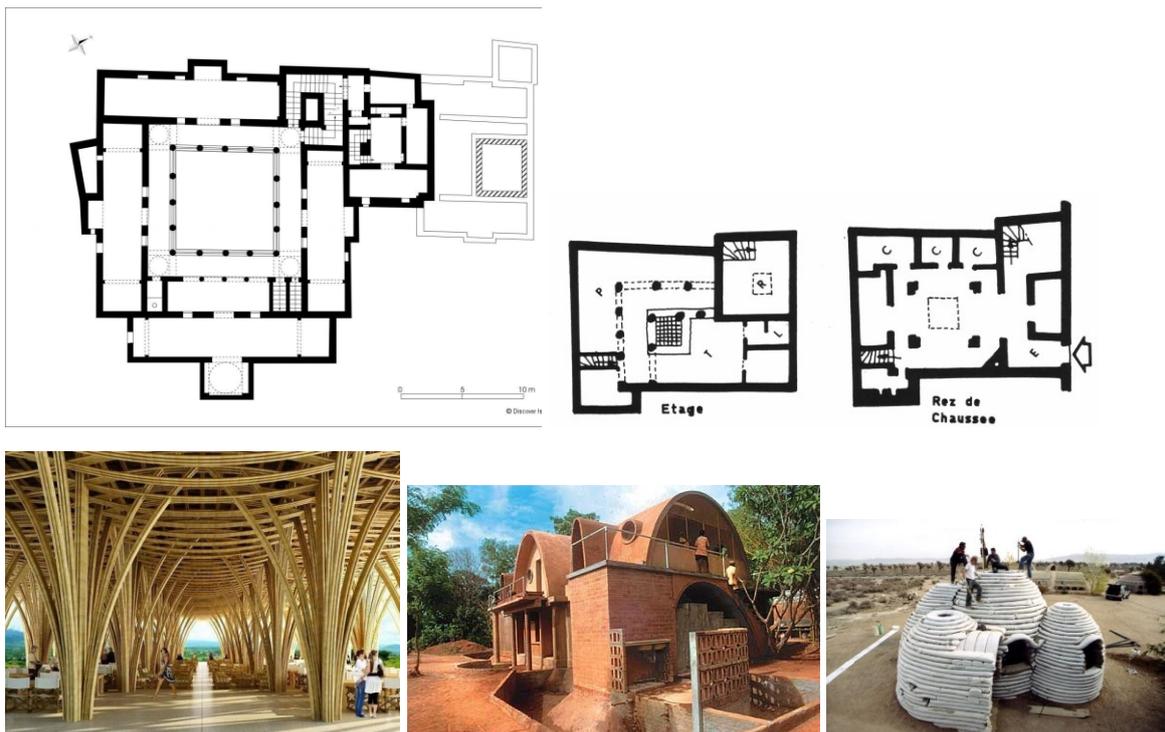


Figure 88 : Espace de la structure : Concordance entre l'espace et la structure. Juxtaposition, articulation des espaces. Réf. : Internet.

Cependant, si la précision géométrique est le moyen de gestion des dimensions et proportions imposées par la structure, ce sont les rapports de proportion et les disponibilités des matériaux par leurs dimensions et portées qui ont défini l'essentiel des réalisations de masse des architectures vernaculaires, telles que les petites maisons de la Casbah d'Alger ou les maisons mozabites à Ghardaïa. Mis à part les grandes demeures caractérisées par la rigueur géométrique, les espaces sont souvent régis par les proportions ou les dimensions variées des matériaux de constructions disponibles, principalement les troncs servant de couverture. Ils n'obéissent pas tout le temps à une symétrie comme c'est le cas des architectures occidentales héritées de la période antique, classique ou néo-classique mais d'un équilibre structurel.

Enfin, pour l'apprenti-architecte, cette approche permet l'orientation des idées et des choix conceptuels et le rattache aux impératifs constructifs.

## 2. Le plan libre

A l'opposé de l'espace de la structure, le plan libre libère l'espace de sa teneur structurelle dans sa totalité ou en partie et ce depuis l'introduction du béton armé et l'offre de nouvelles possibilités structurelles à travers de grandes dalles avec de grandes portées et des porte-à-faux. Cette expression est magnifiée par Wright dans ses multiples projets dont le plus emblématique reste la maison sur cascades et Le Corbusier à travers le concept Dom-INO où les dalles sont libérées à travers l'ossature poteaux-poutres. Les nouveaux matériaux modernes et les techniques constructives innovantes permettent de proposer des structures de plus en plus complexes qui laissent la possibilité à l'espace de s'exprimer par d'autres procédés, des éléments horizontaux ou verticaux variés indépendants physiquement et matériellement de la structure.

On peut énumérer certaines caractéristiques des rapports entre l'espace et la structure :

- Les limites de l'espace ne sont pas définies par la structure portante.
- Les limites spatiales sont effacées pour suggérer une continuité et une fluidité dans la transition, plusieurs directions et parcours se présentent et les perspectives sont plus ouvertes et lointaines.
- Le détachement de l'enveloppe des limites horizontales qui sont les planchers et les couvertures et une libre expression des ouvertures extérieures, en disposition, forme et proportion est ainsi rendue possible.

Cependant, l'ordre et la lisibilité restent de rigueur dans cette approche spatiale. « *Si tout va bien, la structure et les éléments de définition spatiale « se parlent » par opposition ou contraste (Le Corbusier, De Stijl, Chareau, Mies Van Der Rohe à Barcelone et à Tugendhat). Si tout va mal, les deux se combattent pour accommoder l'espace et le programme dans un tout aléatoire et parfois incompréhensible* » (Meiss V. P., 1995).

Dans la lignée des réflexions de l'école du Bauhaus, inaugurée par Gropius<sup>10</sup> et dirigée en troisième succession par Mies Van Der Rohe, ce dernier souligne l'importance de veiller à la cohérence entre la structure et l'espace dans l'approche par le plan libre. En effet, les œuvres de Mies reflétaient une conciliation entre le concept d'ordre et celui de liberté, d'essence et de forme. Il s'agit du lien entre la structure comme étant l'essence de la construction et la forme exprimant la volonté de l'artiste (Zimmerman, 2014). Une expression formelle des espaces qui se caractérisent par leur fluidité et appréhendé par le mouvement (Zimmerman, 2014). Cela implique la complexité d'aborder l'approche spatiale par le plan libre pour un étudiant en deuxième année due au manque de maîtrise des outils de conception. En effet, l'espace de la structure devient le moyen le plus commode pour les familiariser avec cette concordance des ordres géométriques de la structure et de l'espace.

---

<sup>10</sup> Gropius affirmait que « Dans la formation d'un architecte de talent c'est la quête qui importe le plus, je crois qu'il faut conduire nos architectes futurs de l'observation à la découverte, de la découverte à l'invention et finalement les pousser à donner intuitivement à notre environnement une forme artistique. » Extrait d'un documentaire sur le Bauhaus, lien : <https://youtube.com/watch?v=b8oJ1InIVuM&si=XyoRMOIFNOX8BN0d>



Figure 89 : Plan libre : espaces délimités par des éléments verticaux indépendants de la structure portante. Continuité des espaces. Libre expression de l'enveloppe et des façades, en porte-à-faux ou en retrait. Réf. : Internet.

### 3. Le Raumplan

Le ramplan se distingue par une progression interconnectée et non superposée des espaces comme c'est le cas de l'espace de la structure ou du plan libre. C'est une configuration complexe qui exige une maîtrise de la troisième dimension pour générer les espaces et visualiser leurs proportions et rapports.

Si le Raumplan trouve ses origines dans l'architecture anglaise du 19<sup>ème</sup> siècle et dans certaines maisons de Wright, son expression codifiée et vulgarisée trouve référence dans les travaux d'Adolf Loos et Josef Frank selon Meiss (Meiss V. P., 1995). Cette approche spatiale éloigne le rôle de la structure dans la construction des éléments spatiaux. La structure devient secondaire, cachée et auxiliaire. Chaque espace s'exprime de manière indépendante par le choix de revêtements de couleurs, de matériaux et de textures différentes. Chaque espace est proportionné en dimension, position et hauteur selon son intérêt et usage. Les espaces s'hierarchisent en plan et en coupe et la continuité visuelle dans la troisième dimension est assurée, les espaces se surplombent et communiquent spatialement et visuellement.

On peut dès lors résumer certains traits caractéristiques comme :

- La structure portante n'a pas un rôle prépondérant dans la définition des limites de l'espace. Les deux registres précédents peuvent être utilisés mais ne sont pas exprimés.
- Les espaces sont souvent communiquant selon leurs rapports et usages et cela se fait sur des niveaux intermédiaires différenciés. Une variété et une complexité spatiale anime ainsi le projet où les séquences et les vues se multiplient, les émotions sont souvent sollicitées par effet de kinesthésie vu les variations des planchers et des hauteurs sous-plafond. Ce qui rend l'espace domestique un lieu privilégié à ce type d'approche.

- La primauté d’appréhender l’espace de l’intérieur en termes de qualité spatiale relègue peut d’intérêt à la complexité de la forme du projet au profit d’une forme simple et épurée. Les ouvertures obéissent dans leurs dispositions, hauteurs et proportions à leurs utilités spatiales au détriment d’un ordre ou d’un intérêt de composition de façades.
- La conception du projet par l’espace rend les moyens d’esquisse et d’expression conventionnels tels que les plans et les coupes peu utiles. La maquette ouverte et les manipulations des espaces par les planchers et les parois est le moyen pédagogique le plus approprié pour visualiser les scénarios possibles.

Selon Meiss, l’approche semble être attrayante pour un étudiant apprenti car elle suggère une complexité dans les rapports spatiaux qui miroite une richesse spatiale et relationnelle. Néanmoins, elle implique une ambiguïté entre la structure et les ambiances spatiales qui éloigne l’étudiant de la vérité constructive et de l’homogénéité de l’ensemble toujours par manque de la maîtrise des outils conceptuels.



Figure 90 : Variété des espaces et de leurs rapports. Simplicité formelle. La multitude des niveaux intermédiaires et des perspectives plongeantes. Réf. : Internet.

A titre d’exemple, nous avons appliqué cette expérience pendant les premières années du programme LMD. Les résultats étaient satisfaisants mais se confondaient souvent à l’arbitraire ou au hasard sans réelle connaissance des tenants et aboutissants d’une telle approche. Ce qui nous a dissuadé de reconduire l’expérience avec les étudiants de la deuxième année et de se concentrer plus sur l’expérimentation de l’approche spatiale par l’espace de la structure et du plan libre par le même étudiant, sur le même projet spatial. Cela lui permet de visualiser les différentes transformations possibles de l’espace, des relations spatiales et de la configuration du parcours et de la forme du projet en conséquence. Ce parallèle devait les sensibiliser à la nécessité de définir en amont les choix structurels selon les ambiances spatiales voulues par l’étudiant comme étant un choix réfléchi.

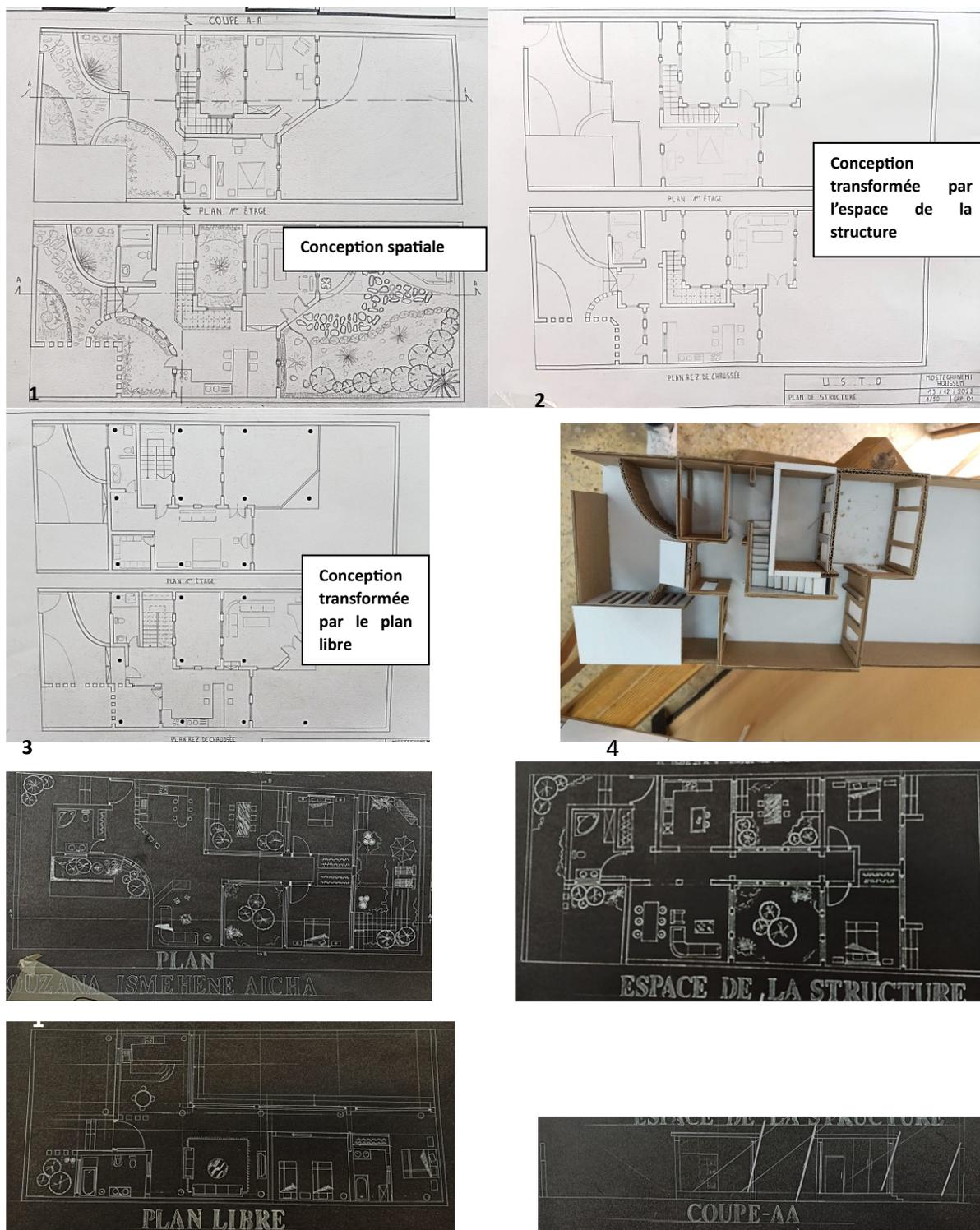


Figure 91 : L'évolution de deux projets selon les phases : Conception spatiale et parcours- Espace de la structure- Plan libre. Réf. : Projets d'étudiants 2<sup>ème</sup> année LMD dirigés par N. Deheina et L. Kara Mostefa, (maisons individuelles, Mostghanemi Housssem, Ouzana Ismehene Aicha, 2022).

L'espace de la structure sera le support de l'expérimentation de la matérialisation du projet et l'occasion d'apprendre des modes et des techniques de construction ancestrales qui font défaut à la formation de l'architecte. Une conciliation utile car notre environnement bâti regorge en références architecturales conçues et réalisées selon l'espace de la structure.

Les différentes périodes de l'histoire de la construction humaine et de l'architecture nous lèguent un héritage servant de leçons palpables qu'il faut préserver pour assurer sa durabilité. La compréhension de ces rapports spatiaux et des modes de leurs réalisations et matérialisation sont indispensables afin de mobiliser différentes possibilités d'intervention futures sur ces édifices. Cela nécessite une connaissance approfondie des modes constructifs traditionnels et de leurs exécutions. Elle fait défaut dans la formation des étudiants en architecture.

## COURS 7 : LA MATERIALITE DE L'ESPACE ARCHITECTURAL ET SON RAPPORT AU CONFORT

Il est à souligner, que même si la phase « matérialité » est introduite en dernier lieu en projet d'atelier pour des raisons pédagogiques, elle reste cependant importante et décisive dans l'amorce de la conception de ce dernier.

Il est abordé en ce qui suit les principaux matériaux qui dominent dans notre cadre bâti et des fondamentales connaissances de mise en œuvre que doivent acquérir l'étudiant en architecture. Elles ne sont pas utiles que pour des conceptions nouvelles mais aussi pour des procédés d'intervention sur des projet existants sous forme de réhabilitation, rénovation, restauration ou restructuration.

### 1. Les murs porteurs : matériaux et techniques constructives

*« En architecture, la question de la vérité et du mensonge se réfère aux rapports entre forme et construction ou entre forme et contenu. » (Meiss P. V., 1993).*

Ce qui différencie l'architecte de l'artiste ou du constructeur entrepreneur c'est justement sa quête à matérialiser une ambiance spatiale précise et d'en assurer l'aboutissement par le choix du matériau mis en œuvre.

*« L'architecture se qualifie par le caractère des matériaux et la trace de leur mise en œuvre, le résultat en est l'ambiance et l'émotion qui en découle...*

*Il suffit de connaître les capacités physiques et économiques des matériaux pour Construire. Pour l'architecte cette performance à elle seule est peu satisfaisante...*

*Les matériaux ont une portée symbolique, porteur de connotation (dimensions affectives) qui évoluent avec le temps et la culture...*

*Les matériaux ont leur volonté propre, leur « âme », que l'architecte doit considérer comme interlocuteurs de sa sensibilité...*

*Il faut connaître les caractéristiques intrinsèques de chaque matériau, son potentiel de structure, ses suggestions de formes volumétriques et spatiales, son potentiel de mise en œuvre, de formation de joints, de revêtement...*

*Les ressources de chaque matériau sont assez riches pour ne pas imposer à un matériau de ressembler à un autre... » (Meiss P. V., 1993)*

Dans la continuité de ce qui a été relaté dans le chapitre précédent, la familiarisation des étudiants aux fondamentaux des rapports entre l'espace et le matériau passe par une connaissance de ces derniers et des techniques de leur mise en œuvre. La transformation formelle de l'espace est inéluctable à son expression matérielle. Elle implique des changements de configuration spatiale, de massivité, de texture, de couleur et de la qualité du rendu au contact avec la matière lumière.

Gérer les interdépendances entre « matériau-techniques-structure- espace-forme » permet de faire évoluer les idées maitresses de l'architecte pour un projet sans altérer ou déformer le

contenu par l'intervention d'ingénierie. Cela suppose une maîtrise qui ne peut se faire qu'avec un long apprentissage et une longue expérience de pratique. Si on reprend les termes de Meiss, il est plus judicieux de commencer par la technique domestiquée, exaltée pour par la suite aborder celle qui est imagée, soumise ou falsifiée<sup>11</sup>.

#### – La pierre

La pierre a modelé le paysage bâti de l'homme, depuis des millénaires. De simples demeures à de prestigieux palais, sa résistance aux aléas du temps a permis la préservation des ouvrages et de raconter des pans entiers de l'histoire des civilisations antérieures. Présente sous nos pieds, elle est extraite et utilisée brute, polie, taillée de manière régulière et simple ou géométrisée pour être agencée avec différents types d'appareillages. Elle existe sous différentes natures dont nous citons du plus résistant à l'eau au plus poreux, on trouve : le granit, le quartzite, le grès qui est plus facile à tailler ou la pierre calcaire plus adaptée aux intérieurs. La pierre a été utilisée pour paver les voies et les rues, monter les murs et les clôtures, échafauder les couvertures et percer les ouvertures. Connues pour ces nombreuses qualités physiques, acoustiques et phoniques, elle est toujours convoitée et employée dans des ouvrages multiples, notamment, pour des habitations. Néanmoins l'usage exclusif de la pierre dans la couverture des espaces nécessite la mise en œuvre d'arcs<sup>12</sup>, de voûtes et de coupes car le matériau ne résiste pas à la flexion mais plutôt à la compression.

La construction des murs en pierre leur octroie la caractéristique d'être porteurs par leur masse, ce qui limite la proportion du vide dans son ouvrage. Les ouvertures sont ainsi proportionnées en conséquence et ne peuvent être importantes. Elles sont surmontées d'arcs pour acheminer la descente oblique des charges supérieures.

Afin de remédier à cette contrainte, l'usage du bois comme matériaux de couverture a pu remplacer les couvertures en pierre. Une mise en œuvre rapide, facile et légère sous forme de poutres pour plancher plat ou incliné en pans. Une ossature de couverture reprise par l'acier pour prétendre à de plus grandes portées. L'introduction du béton dans la mise en œuvre des murs (béton banché) ou des planchers (poutres ou dalle pleine) a révolutionné les types de couverture et leurs formes. Ces techniques conjuguées ont rendu possible l'économie de la matière et les épaisseurs des murs et des dimensions spatiales de grandes portées et d'importantes hauteurs.

---

<sup>11</sup> La technique domestiquée signifie une utilisation réelle du matériau et de sa mise en œuvre pour une expression participative de l'espace et de sa contribution à son ambiance. La technique exaltée peut faire l'objet d'exercice ponctuel afin d'approfondir l'impact d'un matériau et de ses possibilités constructives sur la forme et l'espace. Par contre ce qui est dangereux c'est l'introduction prématurée de la technique imagée dans l'enseignement pendant les premières années. La technique soumise a offert une grande liberté d'expression aux architectes du XX<sup>ème</sup> siècle grâce aux possibilités de manipulations plastiques des formes souvent rattachée aux arts abstraits. Une liberté non recommandée aux apprentis-architectes.

<sup>12</sup> Il est très rare de trouver des linteaux en pierre en une seule pièce posé à plat vu la lourdeur et la difficulté de mise en place.

La forte résistance de la pierre à la compression a décliné son usage en différentes formes d'appareillage avec mortier de terre, de chaux ou de mortier bâtard mélange entre la chaux et le ciment ou sans liant donc appareillage en pierre sèche.

Sans prétendre exposer les détails des différents types d'appareillage, l'objectif est à ce palier d'apprentissage et de familiariser les étudiants à une certaine terminologie pour reconnaître et décrire les éléments composants les murs en pierre.

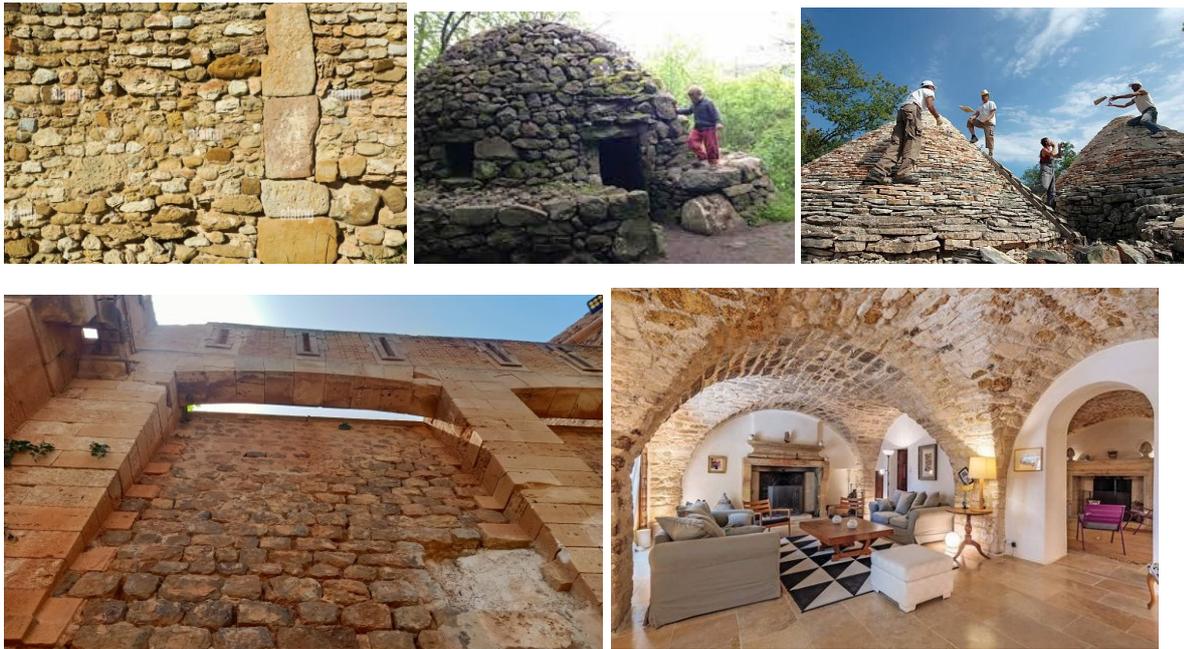


Figure 92 : les rapports pierre brut ou taillée -techniques de mise en œuvre basique-forme-espace. Réf. : Internet et L. Kara Mostefa.

On distingue deux grandes catégories d'appareillage :

Les appareillages en « opus incertum » est très répandu comme procédé, c'est un assemblage irrégulier des éléments qui sont sous forme de moellons ou forme irrégulières. Il permet la mise en œuvre des différentes pièces extraites sans grands efforts de taille. Comme on peut trouver le même type d'appareillage pour des pièces polygonales irrégulières de différentes dimensions. Une exception faite aux angles qui étant des endroits fragiles dans une construction doivent accueillir des pièces taillées pour des assises plus régulières et plus solides.

Le deuxième type d'appareillage est en assises horizontales réglées qui, dans ce cas, exige la mise en place d'éléments réguliers et de même épaisseur.

Cela dit, les différentes dispositions des mêmes éléments dans un ouvrage leur confèrent des dénominations différentes. La disposition de la pièce dans le sens de la longueur en façade sera appelée panneresse, à l'opposé, la disposition de cette longueur dans l'épaisseur du mur

en laissant apparaître sa petite section en façade lui attribue le nom de boutisse. Si cette longueur est noyée dans la profondeur du mur de bout en bout, elle est appelée parpaing.

Il est aussi valable d'opérer un seul type d'appareillage dans un mur comme il est d'usage d'alterner entre les deux dispositions. Certaines règles communes sont à observer afin de prévenir les fissures et la fragilité des murs, entre deux assises successives, il est à éviter les joints verticaux continus et cela en alternant la disposition des éléments. Pour une économie de matière, il est aussi courant dans le cas de grandes épaisseurs de mur de remplir l'espace contenu entre deux parements par des agrégats de tout venant (cailloux, gravier, déchets de chantier, ...) consolidés avec un mortier maigre.

Néanmoins, dans tous les cas, Aux niveau des angles, l'alternance entre les boutisses et les panneresses est importante pour la solidité de ce dernier. L'autre règle à respecter pour assurer la stabilité du mur et éviter le déversement des deux côtés (les parements) est la nécessité de disposer des boutisses parpaing (en parpaing). Comme il est utile de consolider les parements par des clés horizontales composées d'un chevauchement de pièces en boutisses et panneresses sans fourrure (Fig. 94).

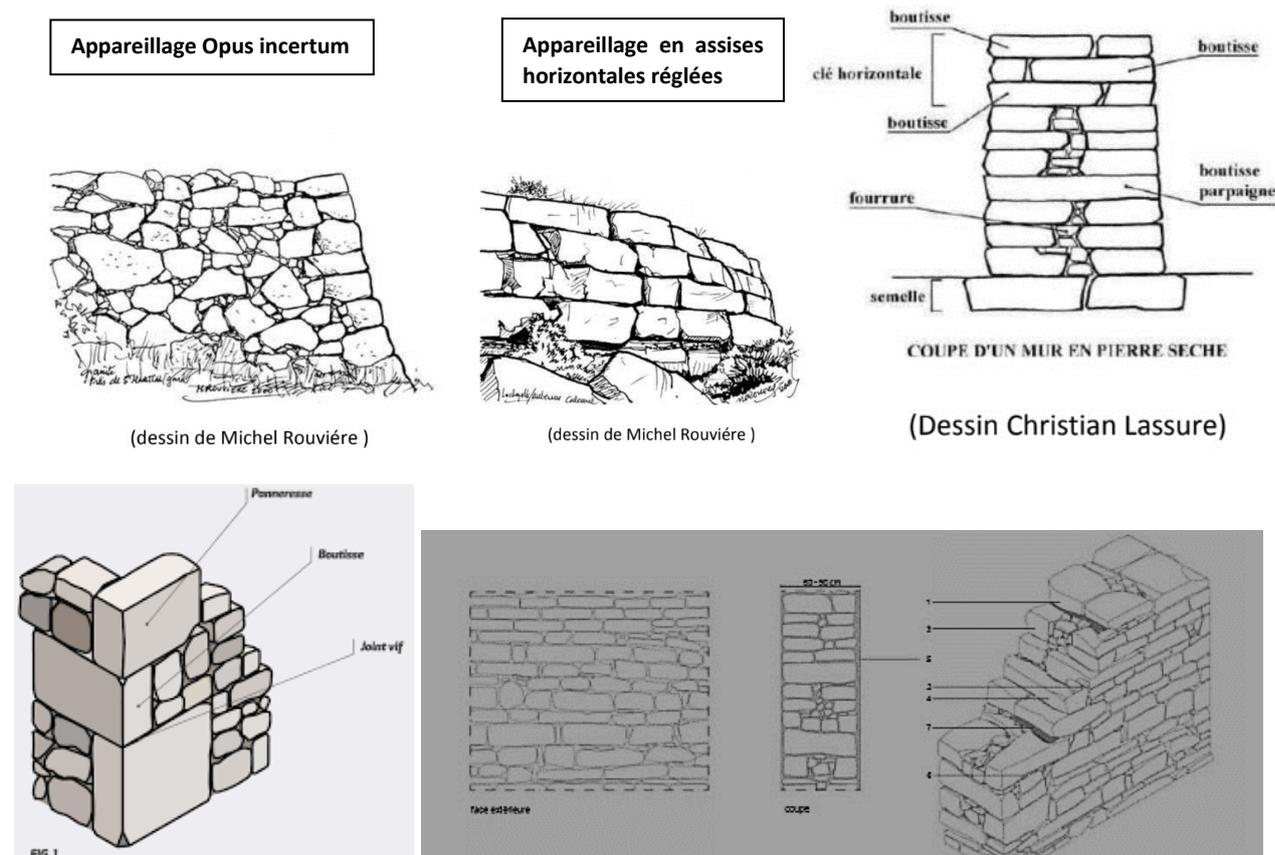


Figure 93 : Les différents types d'appareillage de la pierre et règles de mise en œuvre. Réf. : (Rouvière, 2002), (Casanovas, 2012).

### – La brique

La brique en terre cuite ou crue, pleine, poreuse ou en béton poreux, a remplacé la pierre pour vulgariser une mise en œuvre facile et économique, adaptée par ses dimensions à l'échelle de la main. Pour F.L. Wright « [...] C'est un petit objet ordinaire sans grande valeur, qui coûte 11 cents, mais qui a une particularité extraordinaire. Donnez-moi une brique et elle vaudra son pesant d'or. » C'était la première fois que j'entendais quelqu'un parler de manière aussi directe et percutante, en public, de ce qu'est l'architecture. Celle-ci consiste à transformer en pépite d'or une pierre sans valeur. » (Aalto, 2012, p. 173). Wright avait une parfaite connaissance des caractéristiques physiques et techniques de la brique et de la profusion des possibilités formelles et spatiales qu'elle peut offrir. On retrouve les mêmes règles d'appareillage, les mêmes types de couvertures et d'ouvertures. Elle est Résistante et constitue un excellent isolant acoustique et thermique. D'essence de terre, elle est très économique et surtout écologique. C'est le matériau le plus utilisé de tout temps car il est à la portée de la masse.

Les dimensions de la brique la rendent facilement manipulable surtout dans l'exécution des formes obliques telles que les arcs, les voûtes et les coupoles. C'est pour cette raison qu'elle a été associée, parfois, à la pierre. En architecture contemporaine, les avantages multiples de la brique la propulsent sur le devant de la scène. Combinée avec le béton armé ou l'acier, elle a donné forme à plusieurs projets d'habitation ou d'équipement, essentiellement dans les pays où la matière et le savoir-faire sont d'usage.

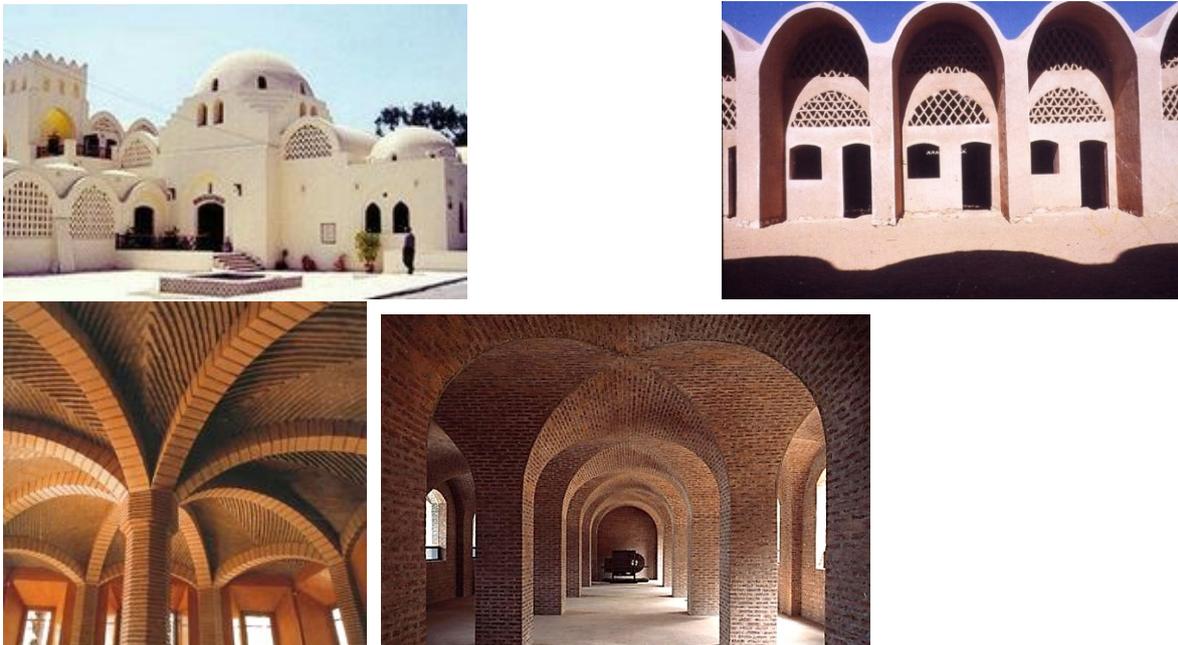


Figure 94 : Rappports brique-technique-forme-espace. Réf. : Internet.

Par ailleurs, certaines règles de mise en œuvre s'imposent, à savoir :

- Les dimensions des espaces façonnés par la brique sont des multiples des dimensions unitaires et des joints nécessaires.
- Les rapports de dimensions entre la largeur, la longueur et la hauteur d'un mur en brique sont proportionnés afin de garantir sa stabilité, à partir d'un certain seuil, des contreventements sont nécessaires.

- Les appareillages des murs en brique sont soumis aux mêmes règles que les murs en pierre concernant la nécessité d'alternance des joints verticaux pour éviter les fissures.
- Les appareillages des murs en brique sont très variés selon les régions, les époques et les styles. La mise en œuvre se fait par le moyen de liants en plâtre, mortiers ou ciment.

On cite ici les plus importants :

- A. L'appareillage en panneresse : toutes les pièces sont disposées dans le sens de la longueur sur la face du mur. Les décalages entre deux lits superposés sont de moitié ou de  $3/4$ .
- B. L'appareillage en boutisse : toutes les pièces sont disposées pour que leur petite section soit apparente en façade.
- C. L'appareillage flamand : les briques sont alternées entre panneresse et boutisse dans une même assise.
- D. L'appareillage composé diffère du précédent par la mise en place de deux panneresses au lieu d'une seule entre deux boutisses.
- E. L'appareillage commun utilise une rangée de boutisses toutes les six assises de briques en panneresses.
- F. L'appareillage anglais utilise une alternance entre une assise complète de briques en boutisse et une autre en panneresse.

L'appareillage au niveau des angles et des arrachements pour amorcer les murs intérieurs, il est fait usage des briques coupées en longueur ou en largeur sur son  $1/4$ ,  $3/4$ ,  $1/2$  ou  $1/3$ .

Certains appareillages apportent un effet esthétique exceptionnel au mur. Pour être sain, ce matériau poreux a besoin d'être protégé de l'humidité du sol, de la pluie et du gel par un soubassement en pierre non poreuse ou en béton.

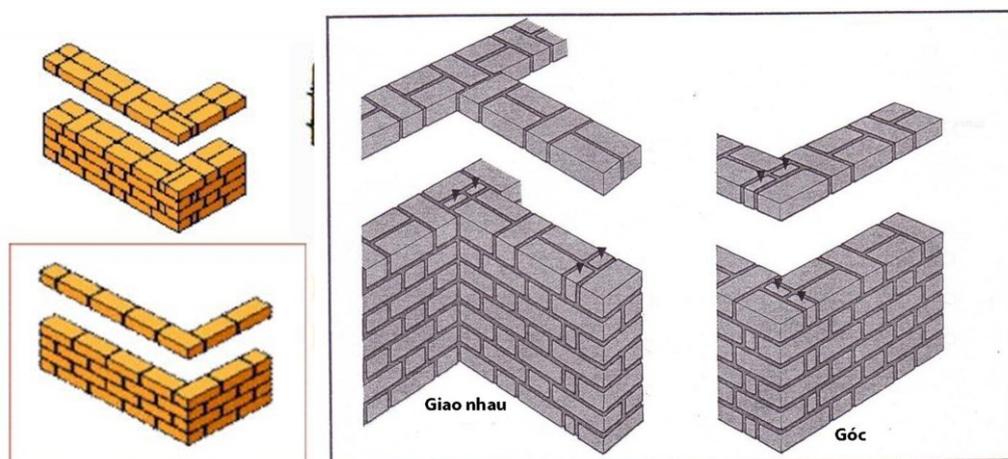
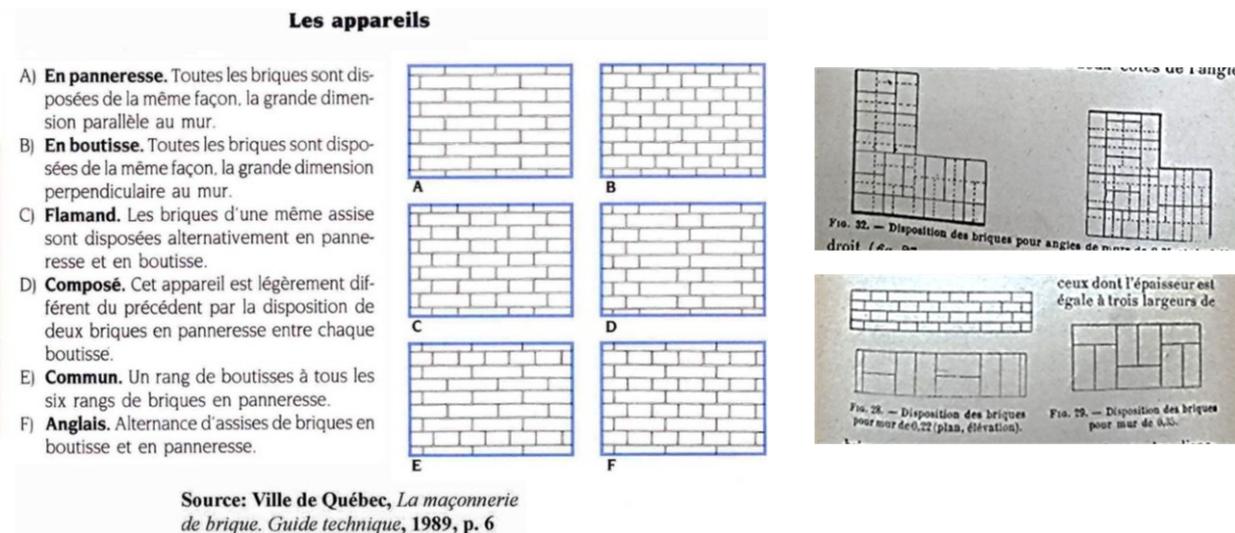


Figure 95 : Les différents types d'appareillage de la brique et règles de mise en œuvre. Réf. : Internet.

– **La construction en terre crue**

La bauge : une technique très courante en architecture rurale, elle consiste à réaliser des murs porteurs en mottes de terres mélangée avec des fibres végétales, empilées puis taillées avant séchage complet. Elle ne nécessite pas de coffrage ni de précision dans la mise en œuvre.

L'adobe (brique en terre crue) : ce matériau est très répandu dans le monde car il permet de réaliser, par le moyen de moules, des briques identiques faciles à manipuler. Elles sont composées à base de terre argileuse mélangée avec une plus faible proportion de fibre végétale que la bauge.

La brique de terre comprimé : elle est obtenue à partir de terre argileuse tamisée et comprimée dans une presse mécanique afin d'augmenter sa résistance et réduire sa porosité.

Le pisé : c'est une technique qui consiste à réaliser des murs épais monolithiques entre 40 et 60 cm d'épaisseur par moyen de compression et compactage des couches de terre par un fouloir manuel ou pneumatique. La matière est composée de terre argileuse graveleuse mélangée avec des fibres végétales tel que la paille, peu humide afin de faciliter le durcissement

et réduire la porosité de la terre. Cette technique nécessite la mise en place d'un coffrage ou des banches déplacés progressivement après séchage.



Figure 96 : Edifices construits avec des murs porteurs en terre avec la bauge, l'adobe, la BTC et le pisé. Architectes Hassan Fethi, Francis Kéré, Paul Casalonga et François-Xavier Bartoli. Réf. : Internet.

Les pans de bois : La technique de construction des murs porteurs en bois est très répandue de nos jours dans les régions abondantes en forêts vu la disponibilité du matériau et de la maîtrise de la mise en œuvre, notamment dans les pays nordiques. Elle consiste en la mise en place de pans de bois très rapprochés, entre 45 et 60 cm d'épaisseur, chaînée par des lisses basses et hautes et contreventés au niveau des angles et des ouvertures. La mise en place des ouvertures se fait entre les travées et ne peut être importante. Des allèges et des linteaux horizontaux en bois avec un encadrement renforcé est utile afin d'acheminer les forces exercées au-dessus du vide.

À cette ossature verticale correspond des traverses de poutres horizontales ou inclinées et le tout fonctionne de manière monolithique. L'antécédent de ce système de planches usinées et régulières est la construction à colombages. C'est une technique ancestrale qui utilise les pans en bois verticalement et horizontalement avec des contreventements en croix de Saint-André. Le remplissage se faisait par tout ce qui est disponible (pierre, torchis, briques, ...).



Figure 97 : structures portantes en bois traditionnelles et modernes, à colombage et en pans de bois. Réf. : Internet.

## 2. Les ossatures poteaux-poutres : matériaux et techniques constructives :

### – Le béton armé

Poteaux-poutres : depuis la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle et le début du XX<sup>ème</sup> la révolution de la construction par l'introduction du ciment armé a reformulé les codes de l'architecture. Le béton armé a été un allié de la pierre et de la brique, il est utilisé par les architectes de renom tels que Wright au Etats-Unis et Auguste Perret en France afin de s'affranchir des contraintes des portées réduites des espaces et de libérer les façades et les planchers par le moyen de porte-à-faux. La technique sous forme de poteaux-poutres trouve une expression « rationalisée ... par Le Corbusier à travers la maison Domino<sup>13</sup> » (Meiss V. P., 1995). Elle s'est détachée de plus en plus des techniques et formes imposées par la pierre et la brique au profit d'une architecture plus formelle et plastique.

Murs porteurs : selon l'ampleur du chantier, on peut trouver les deux techniques de mise en œuvre du béton armée, il peut être coulé sur chantier avec un coffrage conséquent ou l'utilisation de panneaux préfabriqués et transportés ou parfois une préfabrication sur le site du chantier pour être assemblés sur place.

---

<sup>13</sup> Le mot dom-ino vient du latin qui signifie Domus : la maison, Ino : Innovation. La Maquette en illustration est réalisée à l'échelle 1/1 à Venise pour fêter le centenaire du concept introduit par Le Corbusier.

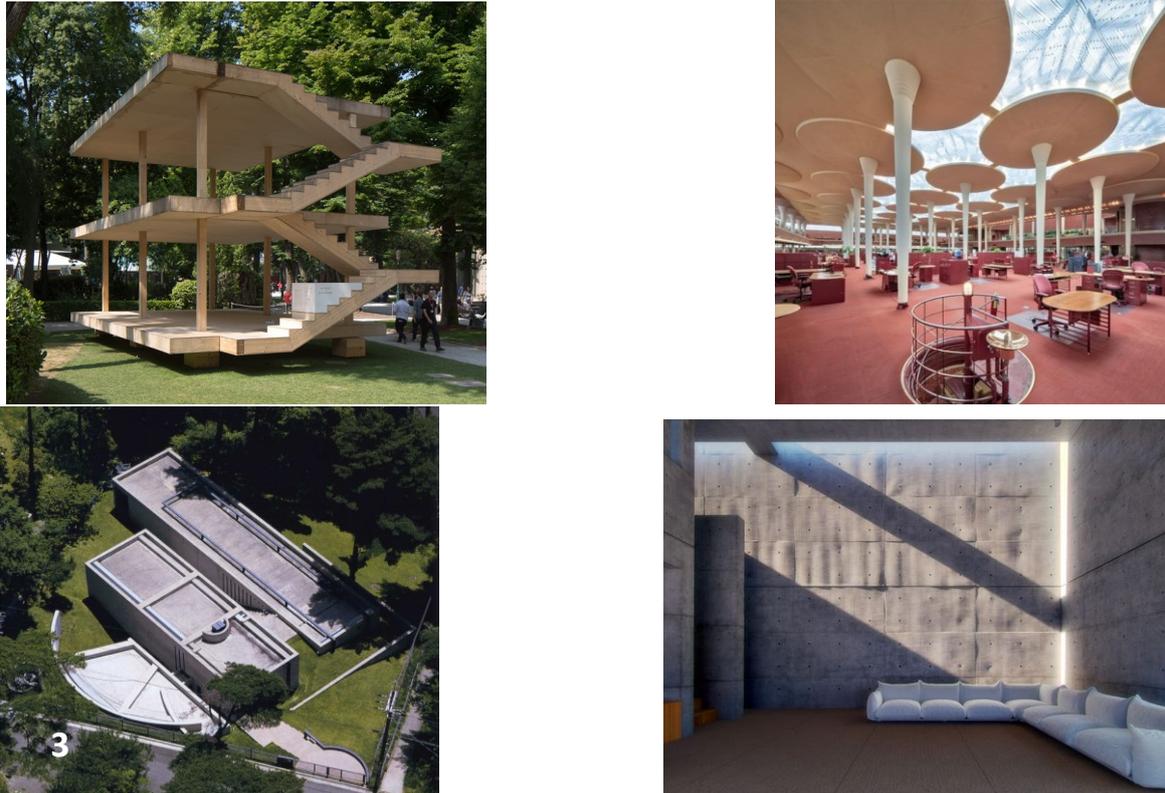


Figure 98 : 1. Concept Dom-Ino, : Le Corbusier Architecte, 1914, Modèle Biennale d'architecture de Venise, 2014.  
2. Poteau champignon (Colonne Nénuphar), F.L. Wright Architecte, SC Johnson Administration Building, 1939.  
3. Koshino House, Tadao Ando Architecte, 1984.

### – Le métallique

L'acier a complètement dématérialisé l'enveloppe de l'espace architectural. Les grandes portées qu'il permet et les petites sections des éléments structurants verticaux et horizontaux confèrent légèreté et transparence au contenant. Ce système structurel adopté et maîtrisé par Mies Van Der Rohe au début du XX<sup>ème</sup> siècle est employé pour exprimer, d'une part, la volonté d'effacer les frontières entre l'espace intérieur et son environnement, et d'autre part, permettre la fluidité de la déambulation entre les espaces.

Si son emploi dans des espaces destinés au grand public est intéressant, son usage dans les espaces domestiques cause des inconvénients en termes d'intimité, de confort et d'usage<sup>14</sup>.

<sup>14</sup> Les maisons à façades libres et les espaces ouverts adoptés par Miens et Le Corbusier ont occasionné des inconvénients aux occupants qui ont fini par les abandonner ou les vendre.



99 : La conciliation entre la structure métallique épurée, le rapport à l'espace extérieur à travers la baie vitrée et la fluidité et la variété des formes spatiales, réalisations de Mies Van Der Rohe.

### 3. Les couvertures : matériaux et techniques constructives

Les couvertures ont deux rôles intrinsèques :

La fonction de protection : la couverture est le chapeau qui protège le bâtiment de toutes les agressions extérieures (pluies, neige, vent, soleil).

La fonction d'identité : jusqu'à l'avènement de l'architecture moderne, la toiture reflétait la culture d'une région ou d'un peuple par sa typologie et sa forme.

Dans le même ordre précédent, il est abordé ci-après les expressions spatiales obtenues à travers les différents matériaux et les techniques mises en place à cette fin.

#### – Les voûtes et les coupoles

Les réalisations des couvertures en pierre étant devenues fastidieuses, elles sont principalement exécutées en maçonnerie de briques (terre cuite ou crue). Les voûtes et les coupoles sont le désir d'expression de la brique avec ses limites de mise en œuvre. Un procédé de construction économique, écologique et qui procure bien-être et confort spatial et visuel. Avec une technique ancestrale et sans prétention, ces couvertures ne cessent de susciter la curiosité humaine par l'ingéniosité des techniques de leurs mise en œuvre.

Cependant, ces ouvrages exigent une maîtrise des règles de construction et une connaissance des forces générées par les poussées qu'elles exercent sur les murs. Si la gestion des équilibres structurels est intuitive chez les contremaitres qui réalisent ces ouvrages depuis des millénaires et qui les transmettent d'une génération à une autre, leur conception et exécution

fait partie du cursus de l'étudiant en architecture afin de maîtriser les règles de géométrie, d'échelle et de réalisation pour leurs constructions (fig. 101).



Figure 100 : La géométrie qui organise l'espace et sa matérialité. Réf. : travaux d'étudiants 2<sup>ème</sup> année, Atelier N. Deheina et L. Kara Mostefa, 2018.

Ce qu'il faut retenir de la nécessaire stabilité des voûtes et des arcs est la poussée oblique qui doit être contenue dans l'épaisseur du mur (ce qui explique la largeur importante du mur porteur ou son confortement par des contreforts ou des arcs-boutons extérieurs, à des intervalles réguliers) pour acheminer cette force vers le sol à travers la masse du matériau, ou bien son annulation par une autre force oblique qui lui est opposée dans le sens et égale en valeur, c'est le cas des voûtes successives où l'une s'adosse sur l'autre et qui permet de réduire l'épaisseur du mur. Dans le cas des arcades ou des voûtes croisées cela empêche d'augmenter les dimensions des sections des éléments porteurs verticaux : colonnes et piliers parce qu'ils ne reprennent que les forces verticales, celles de la compression.

Il est à noter qu'il existe une différence majeure entre la voûte croisée et la voûte nervurée, la première travaille comme un élément structurel monolithique, alors que dans la deuxième voûte se sont les nervures qui définissent la structure portante de la couverture, la brique ne constitue qu'un élément de remplissage, ce qui permet de l'exploiter si le besoin spatial le nécessite.

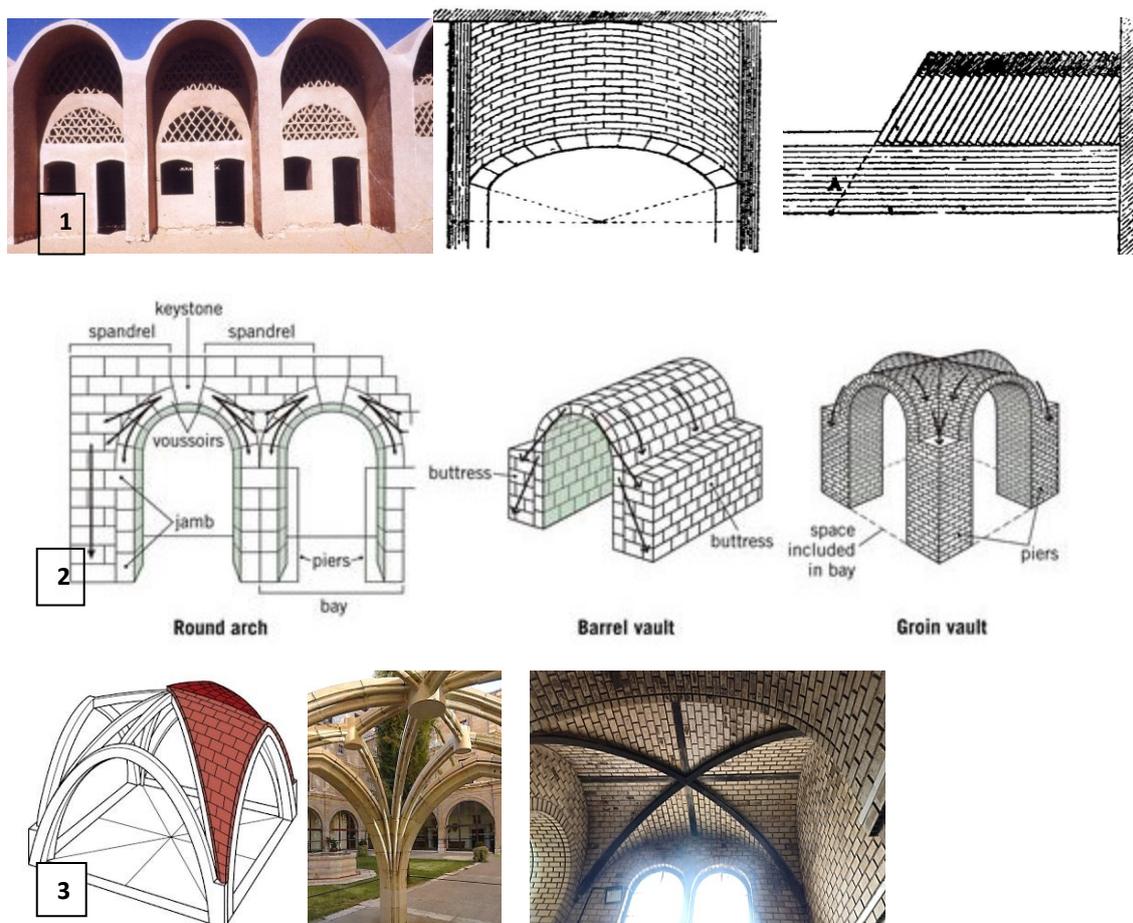


Figure 101 : 1. Voute nubienne : exécution sans coffrage. 2. La descente de charge et l'acheminement des poussées exercées sur les arcades, les murs porteurs de la voute et les appuis ponctuels des voutes croisées. 3. voute nervurée et différentes expressions spatiales. Réf. : Internet.

Les coupôles est une forme de couverture qui s'inscrit parfaitement dans les espaces carrés. Elle procure bien-être physique car l'espace épouse la bulle physique et procure un sentiment de sécurité. La construction de la coupôle qui surmonte un espace carré nécessite d'enjamber le vide pour passer du carré vers l'octogone et cela à travers plusieurs dispositifs :

La coupôle sur triangle sphérique : comme le suggère son nom, est une coupôle demi-sphérique dont le centre et la naissance sont au niveau de la hauteur des reins d'intersection des arcs du carré. Les vides sont fermés sous forme de triangles sphériques qui prennent appui sur les arcs jusqu'à arriver à former le cercle complet à leur sommet. La progression se fait toujours en tas de charge avec une inclinaison précise, comme elle peut constituer la base d'assise d'une autre demi-sphère. Ce procédé permet de surélever la hauteur de l'espace si cela s'avère nécessaire en termes de proportion.

La coupôle sur pendentifs en trompes : dans ce cas de figure le passage du carré vers l'octogone se fait par l'intermédiaire de quatre segments intermédiaires qui prennent appui

sur des arcs naissants à partir des grands arcs du carré. Le remplissage du vide angulaire se fait par des trompes dont la forme varie d'une réalisation à une autre, elle peut être sphérique ou comblée par une succession d'arcs en hiérarchie jusqu'aux angles des murs du carré.

Par la suite, la coupole peut être élaborées sur la base de cet octogone en formant un cercle de briques d'assises tangentes sur les arcs. Comme elle peut être surélevée en formant un tambour qu'on peut accueillir des ouvertures pour ramener de la lumière vers l'intérieur.

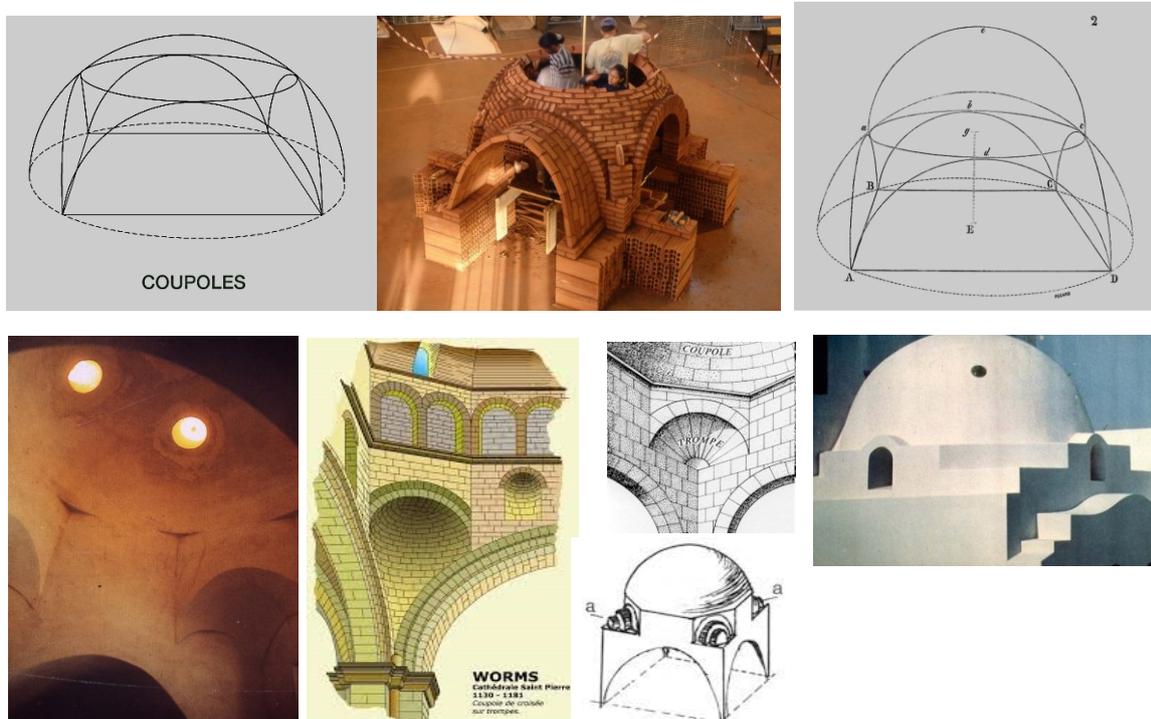


Figure 102 : 1. Le tracé et maquette grandeur 1/1 d'une coupole sur triangles sphériques complète et surhaussée. 2. Coupole sur pendentifs en trompes et coupole surélevée sur tambour.

### – Les toitures en pente en bois

Il existe plusieurs types de couvertures en pente, des couvertures à un pan, à deux pans, à quatre pans, comme ils peuvent être avec Brisis ou avec coyau (Fig. 104).

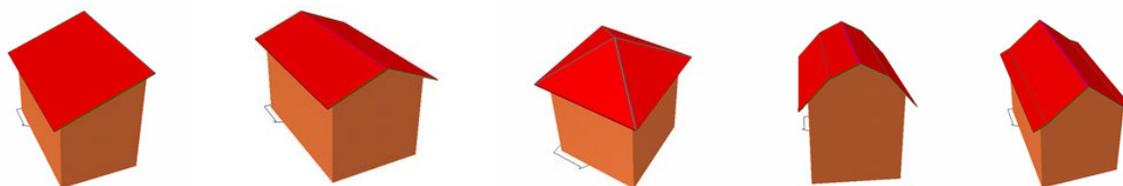


Figure 103 : les différents types de couvertures. Réf. : Internet.

Il existe deux types de couvertures en bois :

Les charpentes traditionnelles : c'est une structure porteuse composée principalement d'arbalétriers de pannes sablières, d'une panne faitière et d'un entrait relié entre eux par un poinçon. Ce dernier étant l'élément caractéristique de ce type de charpentes qu'on ne peut trouver dans les fermettes. Son rôle est de soulever l'entrait qui est sollicité par des forces de tension. En effet, cet élément n'est pas cloué et posé sur l'entrait mais articulé et se trouve aussi tendu. Ainsi, les forces exercées sur cette charpente sont annulées dans un système de triangulation (Fig. 105).

Les avantages de ce type de couverture est sa solidité et la réserve d'un espace supplémentaire sous-pente généré par l'espacement entre les éléments de charpente qui sont exploitables et aménageables. L'entrait peut être relevé pour libérer encore plus d'espace. En parallèle, certains inconvénients sont à relever, à savoir, la difficulté de la mise en œuvre sur chantier vu le procédé de composition et les sections importantes des pannes.

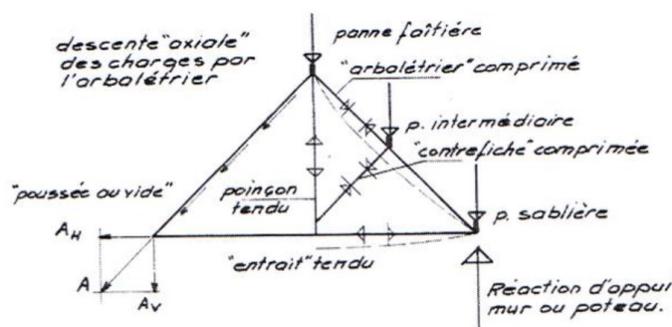
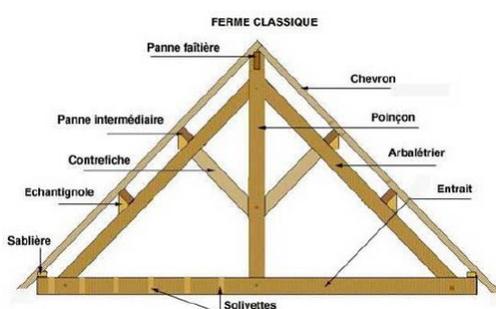


Figure 104 : composition d'une charpente traditionnelle et la qualité des espaces aménagés en sous-pente et en double-hauteur. Réf. : Internet.

Les charpentes en fermettes ou industrielles : les charpentes en fermettes jouent le rôle de poutrelles de couverture, elles sont composées d'arbalétriers et d'entrants, les contre-fiches permettent le chaînage et la répartition des charges. Les fermettes occupent toute la surface de la couverture à des équidistances très rapprochées. Elles sont industrialisées, faciles à transporter et à mettre en place vu leur légèreté. Le grand inconvénient de cette couverture est l'impossibilité d'occuper le volume sous-pente vu l'encombrement de la structure.

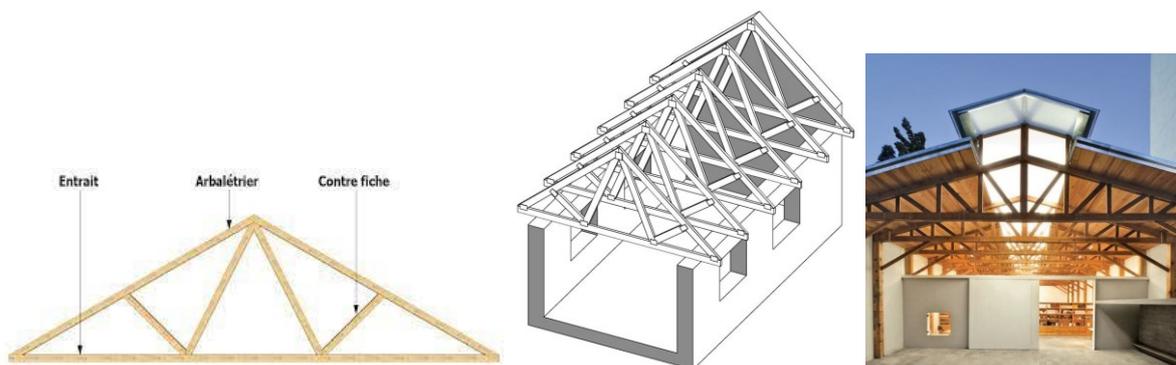


Figure 105 : composition d'une charpente industrielle et vue sur l'espace couvert. Réf. : Internet.

### – Les toitures terrasses

Les toitures terrasses étaient communes dans les régions à faibles précipitations, les terrasses constituent des espaces de vie exploitées dans les maisons vernaculaires, notamment en Algérie, pour différents usages domestiques et qui variaient d'une région à une autre. Les matériaux composant les poutres et les chainages sont puisés du site. C'est ainsi qu'on utilisait les rondins de thuya (cyprès de l'Atlas) disponibles dans les régions littorales occidentales et de Mitidja, pour la construction des maisons dans ces régions, notamment, celles de la casbah d'Alger. Cette espèce est connue pour sa forte résistance, flexibilité et capacité d'absorption des forces horizontales. En parallèle, ce sont les troncs de palmiers récupérés dans les oasis et jardins qui ont été utilisés dans les régions sahariennes ou arides comme c'était le cas au Mzab.

Les structures apparentes conféraient une qualité visuelle particulière à ces espaces, une lisibilité et un ordonnancement de l'ensemble.



Figure 106 : Les espaces structurés par les poutrelles apparentes dans les maisons de la casbah d'Alger et du Mzab. Réf. : Internet et L. Kara Mostefa.

#### 4. Les escaliers traditionnels : le langage formel-structurel

Au-delà du rôle de circulation verticale, l'escalier constitue un composant spatial important dans les expressions et les ambiances souhaitées par l'architecte. Une expression complémentaire de l'espace dans lequel il s'inscrit et auquel il s'accommode par l'unité du procédé constructif, de nécessité de cohérence ou d'équilibre. Dans le cas des espaces de la structure, le matériau exige des mises en œuvre spécifiques afin d'assurer la stabilité de l'ouvrage. Les plus importantes réalisations qui ont perduré dans le temps et l'espace et qui continuent à façonner notre environnement bâti sont :

Les escaliers sur arcs rampants en pierre ou en brique : ce type de structure d'escalier est, cependant, approprié que pour un seul niveau. L'arc ou la voûte rampants libèrent l'espace en-dessous de l'escalier susceptible d'être aménagé. L'arc exige un tracé spécifique pour sa mise en place, il apporte néanmoins une esthétique particulière à l'espace par sa courbe.



Figure 107 : la mise en œuvre d'un escalier sur arc rampant. Réf. : (Viollet-Le-Duc, 1868), Internet.

Les escaliers sur voûte en berceau rampante : cela permet de réaliser des escaliers sur plusieurs niveaux mais nécessite la continuité des murs porteurs de part et d'autre de l'escalier sur lesquels reposent les voûtes. Cette technique permet de construire aussi bien des escaliers à volets droites que des escaliers colimaçons. Constituant un espace à part entière, il n'est en contact avec son environnement que par le biais de petites ouvertures ou des meurtrières percées dans l'épaisseur du mur.

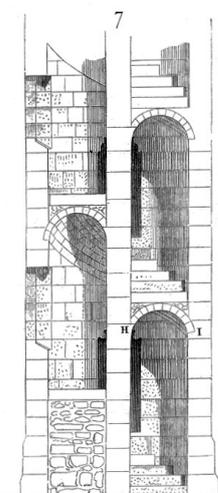


Figure 108 : La mise en œuvre d'un escalier sur voûte en berceau rampante. Réf. : (Viollet-Le-Duc, 1868).

Les escaliers sur voûtes en berceau en gradation : cette technique diffère de la précédente par la mise en place de voûtes successives à différentes hauteurs et sur lesquelles vont s'installer 3 à 4 marches pour chacune d'elles. Le nombre de voûtes par volet est obtenu après dessin des marches d'un palier à un autre. Les vides entre les voûtes sont maçonnes et les vides sous les marches sont comblés de tout-venant trouvé sur le chantier.

Les escaliers sur voûtes croisées : ce type d'escalier est utilisé dans la casbah d'Alger aussi bien dans les maisons prestigieuses et les grandes demeures qu'à l'extérieur au niveau des rues, et ce, pour supporter les planchers des espaces débordants sur rue et appartenant à une maison. Dans ce dernier cas, les voûtes croisées sont disposées à la même hauteur, contrairement à celles supportant les escaliers qui progressent en gradation selon l'inclinaison de ces derniers.

Les escaliers sur structure en rondins : c'est le type de structure utilisé dans les escaliers intérieurs des maisons courantes de la casbah d'Alger. Cette structure est couverte par un mortier dans les deux faces et de la maçonnerie pour façonner les marches et contre-marches.

Les escaliers sur voûte sarrasine : ce type d'escalier dessert et agrément le plus grand nombre des édifices du début du XX<sup>ème</sup> siècle dans les villes algériennes. Bien que la technique de construction soit actuellement adoptée dans plusieurs pays, elle trouve ses origines en Afrique du nord, précisément en Algérie et en Espagne, d'où son éponyme de « voûte à la catalane » et dont l'origine remonte au XIV<sup>ème</sup> siècle<sup>15</sup>. L'architecte Fernand Puget souligne la particularité de la technique « *Une méthode de construction des escaliers sur voûtes en briques est spéciale à l'Algérie et les constructeurs d'Europe n'ont sur cette méthode que des renseignements très vagues. Cela s'explique, car elle est seulement connue de quelques personnes qui se*

---

<sup>15</sup> Afin de vulgariser le procédé méconnu en France, un ouvrage dédié à la technique constructive de l'escalier sur voûte sarrasine a été publié en 1929 dont les auteurs sont Solivérès, un artisan ouvrier avec la collaboration de J. Millie, Architecte du Gouvernement Général de l'Algérie.

*transmettent leurs recettes et leurs procédés de père en fils, et qui ont acquis de cette façon une sorte de monopole de ce genre de construction. » (Puget, 1929)*

Le procédé consiste en la réalisation d'une succession de voûtes autoportantes, avec des briques de trois trous plâtrières, du plâtre à prise rapide et des plaques de revêtement étanches, généralement du marbre, pour éviter les infiltrations des eaux. La maçonnerie est réalisée sans ferrailage, sans coffrage et sans appui, le mur de refend ne constitue qu'un support pour repérer le tracé des marches.

Ces escaliers sont dans certains immeubles dans un état de dégradation avancée à cause de l'usage abusif de l'eau pour leur entretien, les infiltrations ont causées des dommages à la maçonnerie en plâtre.

L'avantage de cet escalier est son indépendance structurelle, il peut être réalisé n'importe où à n'importe quel moment et dans n'importe quel espace. Il se déploie dans différentes formes permettant une flexibilité dans sa disposition et manipulation afin de s'adapter aux différentes possibilités de desserte et de distribution dans les immeubles. Élégant et léger, cet escalier, de par la courbe des voûtes, apporte une plus-value esthétique à l'espace sans l'encombrer.



Figure 109 : Etapes de réalisation d'un escalier sur voûte sarrasine. Réf. : Internet et L. Kara Mostefa.

Les escaliers en encorbellement : ce sont des escaliers monolithiques flottants dont l'encastrement dans l'épaisseur du mur porteur garantie la stabilité des marches. Cela impose une limite de largeur de marche et un rapport établi entre la profondeur de l'encastrement, l'épaisseur de la pièce et la partie en encorbellement. A l'origine, les marches sont réalisées en pierre taillée, Elles sont installées dans le mur au fur et à mesure de son ouvrage. Comme on en trouve actuellement en bois massif ou en béton armé avec des largeurs plus importantes, allant jusqu'à 1.40m.

L'absence de contre-marches et son aspect flottant permet une continuité visuelle et suggère une présence non encombrante de l'escalier. Il contribue à l'agrément des petits espaces

comme des grands dans un équilibre entre le mur porteur vertical qui lui fait appui et les marches horizontales flottantes en apesanteur.



Figure 110 : Des escaliers en encorbellement en pierre et en bois. Réf. Internet.

## **COURS 8 : L'IDEATION DANS LA CONCEPTION ARCHITECTURALE**

L'idéation constitue la dernière couche cumulée dans le processus d'apprentissage de la conception des différents éléments du projet architectural. Elle élève le projet à une échelle intellectuelle qui féconde sa substance implicite et qui marque son identité et sa particularité.

Concevoir en architecture sous-tend un processus de création qui prend naissance à partir d'une idée. L'idée est l'essence du projet, sa valeur intrinsèque, son fondement et sa force. L'idée d'un projet est étroitement liée au parcours et à la sensibilité de l'architecte et permet d'évaluer la pertinence de sa créativité. Ainsi, l'objet architectural s'entretient avec l'esprit, la raison et les nombreuses convenances (Valery, 1944). C'est cette différence qui distingue l'architecte du constructeur et procure à son œuvre profondeur et âme unique.

Les idées émergent d'un ensemble d'éléments aussi bien matériels qu'immatériels. « *Elles se révèlent par des allusions aux lois de l'univers ainsi qu'au vécu, dit mémoire.* » (Meiss P. V., 1993, p. 214). Bien que l'idée du projet fasse valoir un critère parmi tant d'autres, il n'est pas exclu la possible interaction de ces éléments selon des échelles d'influence différentes, de l'idée principale génératrice du projet vers des idées secondaires qu'emploie l'architecte ponctuellement pour élaborer des parties de son projet. Cependant, la cohérence des idées est indispensable afin de créer un ensemble homogène et lisible du projet d'architecture.

A cet effet, il est évoqué ci-après les multiples sources d'influence de l'émergence de l'idée, les éléments matériels pouvant être puisés du site, de la fonction du projet ou du matériau utilisé. En parallèle, il est aussi d'usage de penser le projet à partir d'une conceptualisation abstraite qui se traduit sous forme de métaphore.

### **1. Les éléments matériels :**

#### **– Le site**

Il a été abordé au début de ce document les différents composants d'un site qui sont susceptibles, par leur dominance, d'orienter l'idée du projet. Il s'agit des éléments physiques tels que la forme du terrain, sa géomorphologie, son orientation, son environnement bâti ou des aspects visuels qui le caractérisant tels que les vues potentielles à exploiter ou nuisibles à cacher.

Souvent, dans les sites urbains, les parcelles biscornues, et les besoins d'alignement incitent les architectes à s'inscrire dans la forme du terrain. Le Flat-iron construit à New York au début du XX<sup>ème</sup> siècle illustre parfaitement cette idée du projet. Comme on peut évoquer le projet des logements sociaux construits par les architectes Herzog et De Meuron à Paris, un siècle plus tard, la décomposition du projet en trois immeubles est dictée par les deux dents creuses sur les façades qui imposaient l'alignement puis le fond de parcelle avec une écriture différente. En effet, la longueur qui fait presque 5 fois la largeur a suggéré un immeuble traversant au milieu d'une cour périphérique offrant de l'espace extérieur privatif en plein cœur d'un îlot haussmannien.

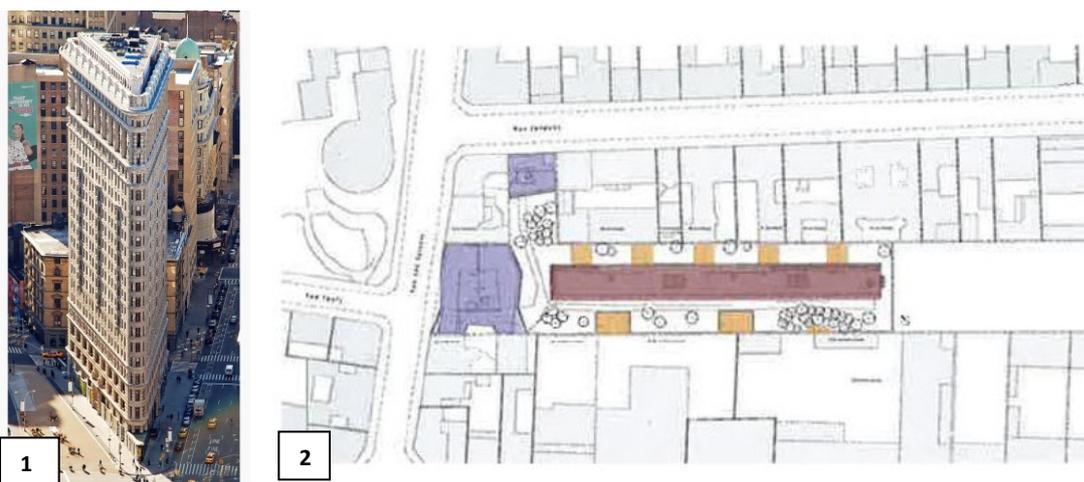


Figure 111 : L'idée suggérée par la forme du terrain. 1. the Flatiron, New York. 2. 57 logements sociaux, Paris. Réf. : Internet.

La morphologie du terrain a généralement un impact considérable sur la construction de l'idée du projet vu les nombreuses satisfactions que cela procure en intégration physique, efficacité climatique et économie du projet (Voir à ce propos la partie 1). A titre d'exemple, le Ncaved project aux Iles de Serifos en Grèce exprime cette idée où le site en pente face à l'étendu paysage sur la mer méditerranée impose ses potentialités physiques et visuelles. L'architecte a su magnifier ces atouts en proposant une maison en gradin enterrée où tous les espaces profitent de la mer.

L'autre projet qui peut être évoqué est le « B Garden » en Chine, si les commanditaires ont souhaité une maison d'hôte rurale, les architectes ont suggéré un foyer pour un tourisme pastoral, une immersion dans le milieu naturel avec un complexe d'espaces de rencontre, de repos et d'échanges. Le projet reflète cette idée d'insertion dans la géomorphologie avec un projet composé de plusieurs unités qui s'inscrivent dans les courbes de niveaux tout en étant articulées avec des cours, des rues, des coursives et des micro-jardins, en somme, tout ce qui donne vie à un petit village.

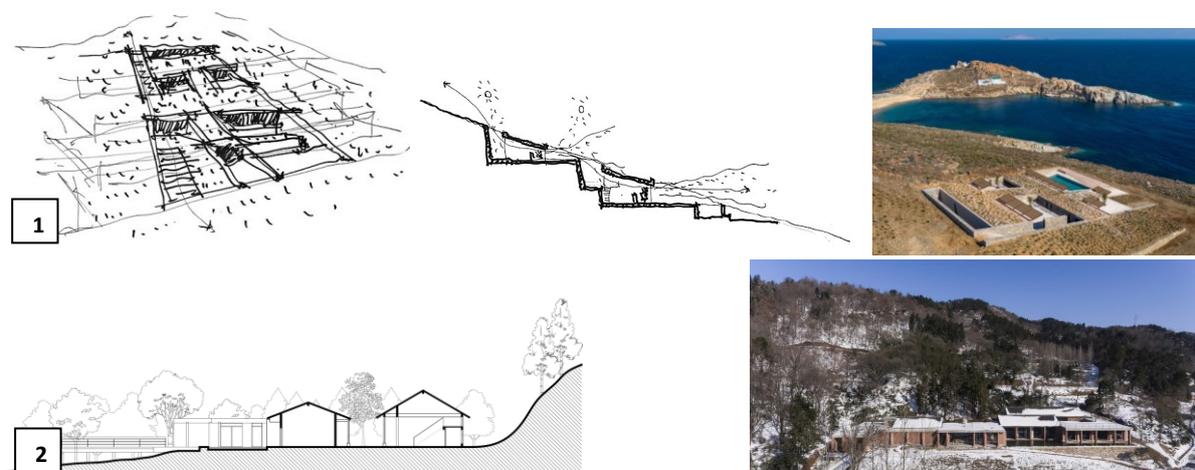


Figure 112 : L'idée suggérée par la géomorphologie du site. « Ncaved » project, Grèce, 2020, 2. « B Garden » project, Chine, 2017. Réf. : Internet.

### – Le thème ou le programme

Le programme en architecture est une mise en relation des différentes fonctions intrinsèques au bon fonctionnement du projet d'architecture. Il est souvent interprété à travers un diagramme fonctionnel qui permet de préciser l'importance des fonctions et la qualité des rapports qu'elles entretiennent entre elles. Mis à part le cas d'une petite maison ou d'un petit édifice dont l'organisation est gérable dans l'ensemble, certains édifices exigent la mise en forme d'espaces dédiés à l'accomplissement de cette tâche.

Plusieurs réalisations emblématiques peuvent être citées à ce propos : le musée Guggenheim, l'usine de fiat ou la bibliothèque Exeter. La conception du musée conçu par l'architecte Frank Lloyd Wright est conditionnée par le parcours continu sur toute l'exposition le long de la rampe hélicoïdale. L'ensemble étant exalté par une lumière diffuse émanant de son cœur à travers l'ouverture zénithale. Cette disposition spatiale voulue par Wright crée les conditions idéales pour la contemplation des œuvres d'art, d'où la forme singulière de l'édifice.

Le deuxième exemple, l'usine de Fiat à Turin intégrait un circuit d'essai des véhicules sur le toit. La forme de ce dernier a conditionné celle de l'édifice et de ces espaces qui continuent de vivre avec sa reconversion en centre commercial et hôtellerie et le toit en jardins suspendus.

Le troisième exemple s'illustre à travers la bibliothèque Exeter de L. Kahn. Le projet prend naissance à partir de l'idée de la lecture en intimité face à la lumière : « *Exeter a commencé par la périphérie, où la lumière est. J'ai estimé que la salle de lecture serait là où une personne est seule près d'une fenêtre* » (Rivalta, 2003). Tout le reste se déploie à l'intérieur.

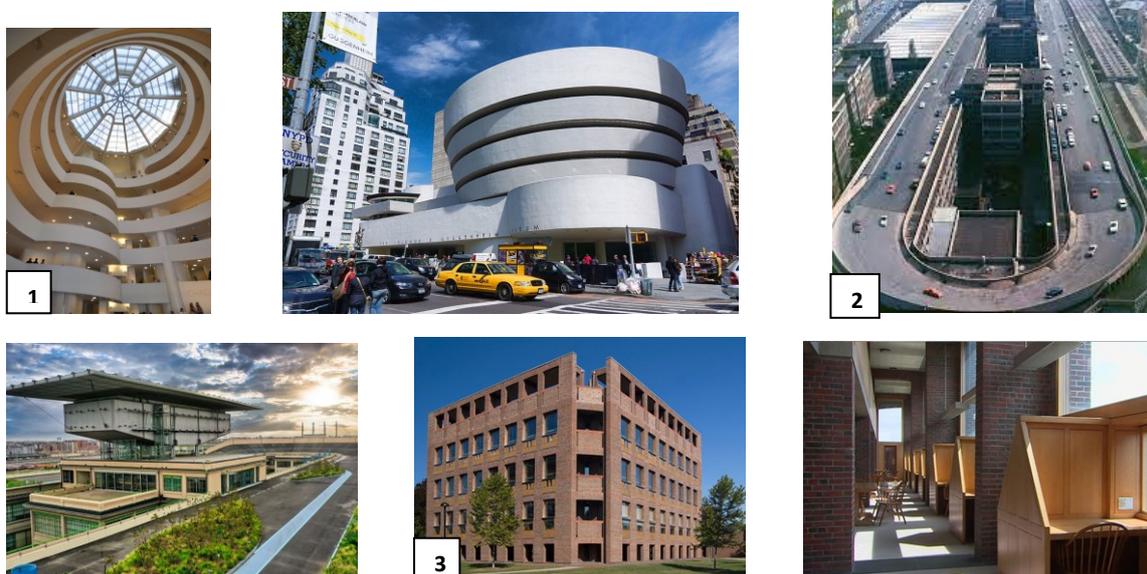


Figure 113 : le thème et le programme fonctionnel générateur de l'architecture. 1. Musée Guggenheim, F.L.Wright, N.Y., 1959. 2. Usine Fiat, le toit circuit, Giacomo Mattè Trucco, Turin, 1922, reconversion en jardins suspendus, 2021. 3. Exeter Library Building, Louis Kahn architect, New Hampshire, 1972.

## – Le matériau

Il a été relaté plus-haut le rôle du matériau dans la matérialisation de l'espace, de sa forme et de sa structure, une relation qui confère cohérence et qualité à l'expression architecturale. D'une part, le choix de l'architecte d'utiliser un matériau implique des techniques constructives et de mise en œuvre qui influencent sa pensée et sa conception. Le choix de matériaux impose des règles de compositions identiques et assure une homogénéité au projet. Les qualités économiques, écologiques et l'efficacité constructive peuvent être des critères déterminants pour répondre aux orientations du projet.

Le cas du complexe culturel dédié à la maison du vin en Corse exprime cette idée. Le choix de la pierre locale est approprié aux besoins de conservation du vin dans de bonnes conditions thermiques d'où le développement du projet en unités géométriques peut ouverte sur l'extérieur. Seuls des ouvertures en bande procure une ambiance en pénombre.

L'autre projet où la technique constructive et le matériau sont déterminants dans la conception du projet est le centre d'interprétation de Mapungubwe. Cette réalisation qui a reçu le prix du bâtiment de l'année 2009 au Festival mondial d'architecture est construite avec des briques façonnées par une main d'œuvre locale pauvre et non-qualifiée. L'économie de la matière et de la technique à la fois, a naturellement mis en œuvre des couvertures en voûtes d'arrête ; une technique de couverture dictée par le matériau qu'est la brique.



Figure 114 : Le rapport matériau fonction pour orienter l'idée du projet. 1. Maison du vin, Perraudin, Patrimonio, 2011. 2. Centre d'interprétation de Mapungubwe, Peter Rich, Afrique du Sud, 2009. Ref : Internet.

## 2. Les éléments immatériels :

### – Le concept

Le concept est une représentation intellectuelle issue d'une expérience matérielle. Ainsi, plusieurs dérivés abstraits peuvent être générés selon le mental de chacun.

*« Dans la dichotomie saussurienne signifié/signifiant, le terme « signifié » désigne globalement tout le contenu sémantique attaché à la forme du signe linguistique. Il est encore très couramment utilisé comme synonyme de « concept », voire de « notion ». (Diki-Kidiri, 2002)*

Pour illustrer cela, nous considérons le mot « Phare », selon le dictionnaire Larousse, il est dérivé du latin *pharus*, du grec *pharos*, de *Pharos*, nom propre.

La définition première qui confère la forme de signifiant à ce mot est : Tour élevée portant un puissant foyer de lumière pour guider les navires pendant la nuit et placée sous la surveillance d'un personnel de garde.

Cependant, plusieurs autres significations dérivées se dégagent intellectuellement pour exprimer d'autres signifiés, le reliant à sa forme originale en développant des caractéristiques communes :

- Projecteur de lumière placé à l'avant d'un véhicule. Synonyme : Feu.
- Puissant projecteur de lumière installé sur un aéroport pour en faciliter l'approche ou sur un avion pour faciliter l'atterrissage de nuit.
- Littéraire : Personne ou chose qui éclaire, guide intellectuellement. Synonyme : Flambeau- Fleuron- Lumière.
- En apposition, avec ou sans trait d'union, indique que quelqu'un, quelque chose sert de modèle : Usine-phare. Projet phare.

Ces dérivés conceptuels sont utilisés dans différents champs d'expression aussi bien matérielles tels que des éléments d'éclairage ou des sources de lumière spécifiques, qu'immatérielles désignant la vertu ou la qualité d'un repère caractéristique d'une personne, un sujet ou un objet. Une ouverture d'interprétation inscrite dans le cadre sémantique du mot et dont le « concept » ou le « percept » comme le désigne Diki-Kidiri se construit par analogie, métonymie ou métaphore<sup>16</sup>. Cela permet un usage fertile et ouvre le champ à des réflexions fécondes capables de stimuler l'esprit inventif de l'humain et d'enrichir notre savoir. Ce processus intellectuel assure l'évolution de l'homme et influe sur notre environnement et production effective.

Néanmoins, cette construction mentale peut changer dans le temps et l'espace car elle est tributaire du caractère culturel propre à une société (Diki-Kidiri, 2002).

#### – **Le mental**

Il s'agit des sommes de nos propres expériences de chantiers et de constructions, d'expérience ou de souvenirs en tant qu'architectes, mêlées d'images vécues et intériorisées. Plusieurs architectes de renom ont exprimé l'influence de leurs souvenirs d'enfance ou d'adulte, issus des visites ou des contacts professionnels, dans l'émergence des idées de projets emblématiques pour la plupart d'entre eux.

*« Il y a, sur un rayon de la bibliothèque, de très vieux livres qui enseignent un autre passé que celui que le rêveur a connu. Une mémoire immémoriale travaille dans un arrière-monde. Les songes, les pensées, les souvenirs ne forment, qu'un seul tissu. L'âme rêve et pense, et puis elle imagine. » (Bachelard, 1961, p. 162).*

---

<sup>16</sup> Métaphore : Emploi d'un terme concret pour exprimer une notion abstraite par substitution analogique, sans qu'il y ait d'élément introduisant formellement une comparaison (Larousse, s.d.)

Ce que Rollot (2017) désignait comme étant des éléments d'accompagnement éthérés, fantômes de l'âme. Tout architecte possède en lui ces éléments d'accompagnement d'une conception, fussent-ils éthérés, fantômes de l'âme.

Cela renforce le caractère, à la fois, inventif, irrationnel et subjectif, de la production influencée par la mémoire et le parcours personnel de chaque architecte. Une somme de connexions qui s'opère entre le savoir, le savoir-faire, le vécu et la mémoire par des mécanismes complexes qui ne sont pas ou peu maîtrisables.

De nombreuses réalisations peuvent illustrer ce processus de conceptualisation choisi par les architectes tels que l'emblématique projet de l'aéroport de TWA d'Eero Saarinen. Le concept de « l'envol » est développé de la thématique de l'aéroport ce qui a généré le thème de « l'apesanteur » et de la « légèreté ». Elles sont matérialisées à travers la structure en coque qui semble flotter, libérant ainsi le grand espace intérieur, un espace qui s'y prêtait à sa reconversion en Hôtel TWA.

Un autre projet contemporain peut être cité, celui de la mosquée des architectes Manço. Ces derniers se sont inspirés de la forme cubique de la Kaaba comme référence universelle mais implantée de manière inclinée en apesanteur, une disposition analogue à celle des fidèles en prosternation à dieu. La conceptualisation de l'acte de la prière est une idée forte et percutante osée par les frères architectes. Cette inclinaison est renforcée aussi bien de l'intérieur que de l'extérieur l'aménagement de gradins permettant l'organisation des fidèles et de marches reliant les esplanades extérieures.

Les données d'un site peuvent aussi dicter des dispositions spatiales ou des typologies architecturales particulières que l'architecte réinterprète selon son contexte temporel et spatial. C'est le cas de la Bibliothèque Publique Arab en Arizona qui dans « la recherche d'un esprit méditerranéen qui transcende les formes », les architectes réutilisent dans une expression contemporaine l'idée d'une organisation introvertie autour du patio central, complètement fermée sur un extérieur aride et désertique. On retrouve cependant l'ensemble des dispositifs d'accessibilité : l'entrée en chicane, l'étroitesse, l'effet de la porte cachée pour arriver au cœur de la bibliothèque qui conserve son rôle de distribution vers les différentes entités de l'édifice.

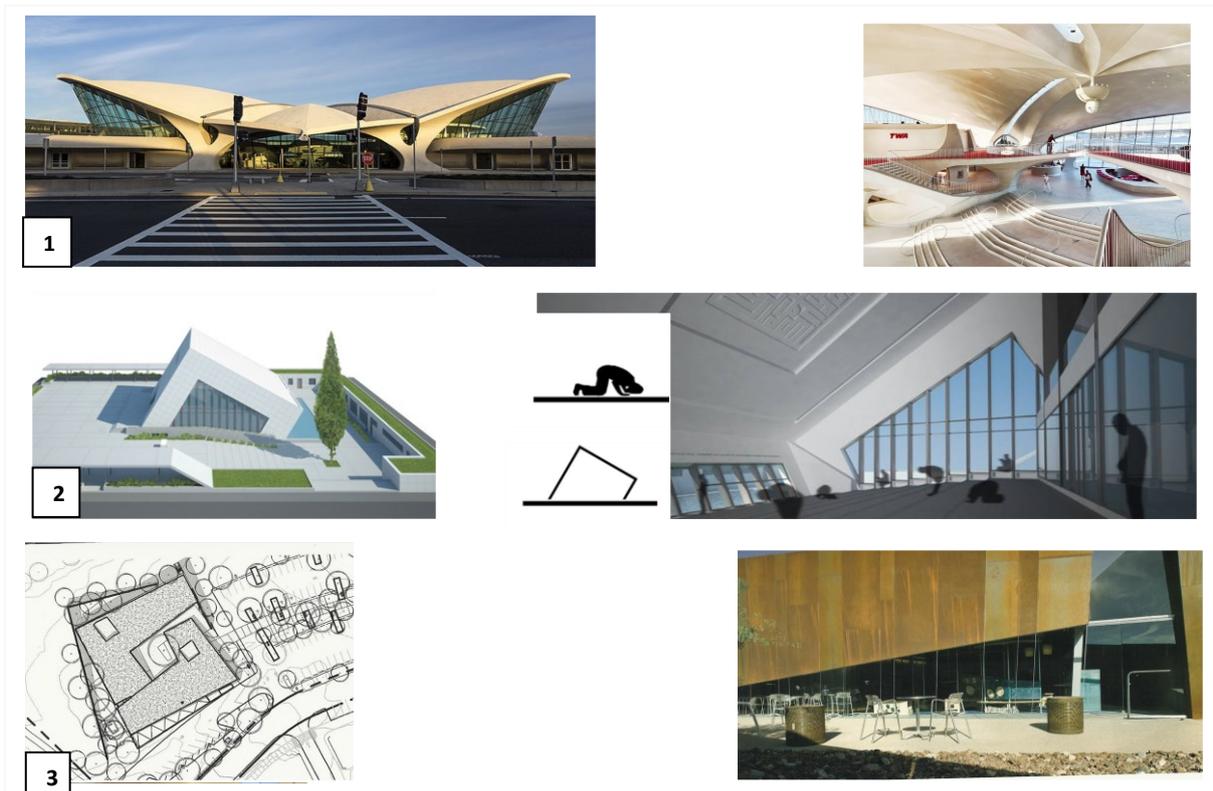


Figure 115 : la conceptualisation dans la construction de l'idéation. 1. TWA aéroport, Eero Saarinen, New York, 1962. 2. Mosquée, Manço architectes, Turquie, esquisse, 2011. 3. Bibliothèque Publique Arab en Arizona, Richard et Bauer architectes, Arizona, 2009. Réf : Internet.

### – La perception par l'esprit

L'intériorisation profonde de l'information perçue de notre environnement est tributaire de la façon dont nous véhiculons nos sens afin de percevoir le lexique dicté par l'espace. « *Je suis influencé par tout ce que je vois* » (Barragan, Valente, & Zanco, 2001). Barragan véhicule de manière profonde tous les sens pour regarder puis voir en métamorphosant et non pas en restituant, voir par l'esprit. L'architecte recommande l'apprentissage de la vue par les sens (visuo-tactile, sonore et kinesthésique), il décrit, à cet effet, son expérience de visite de l'Alhambra comme étant stimulante et riche en émotions. Son expérience visio-tactile matériels et immatériels est décrite de manière détaillée : physique : « un tunnel très petit », « les portiques de ce patio » et les « murs aveugles », mais aussi sonores : le « contraste avec le bruit de l'eau » et enfin kinesthésiques « je ne pouvais même pas me redresser et à un moment donné, s'ouvrit devant moi l'espace merveilleux des portiques de ce patio, contrastant très fortement avec les murs aveugles et le bruit de l'eau. Je n'ai jamais oublié cette émotion. ».

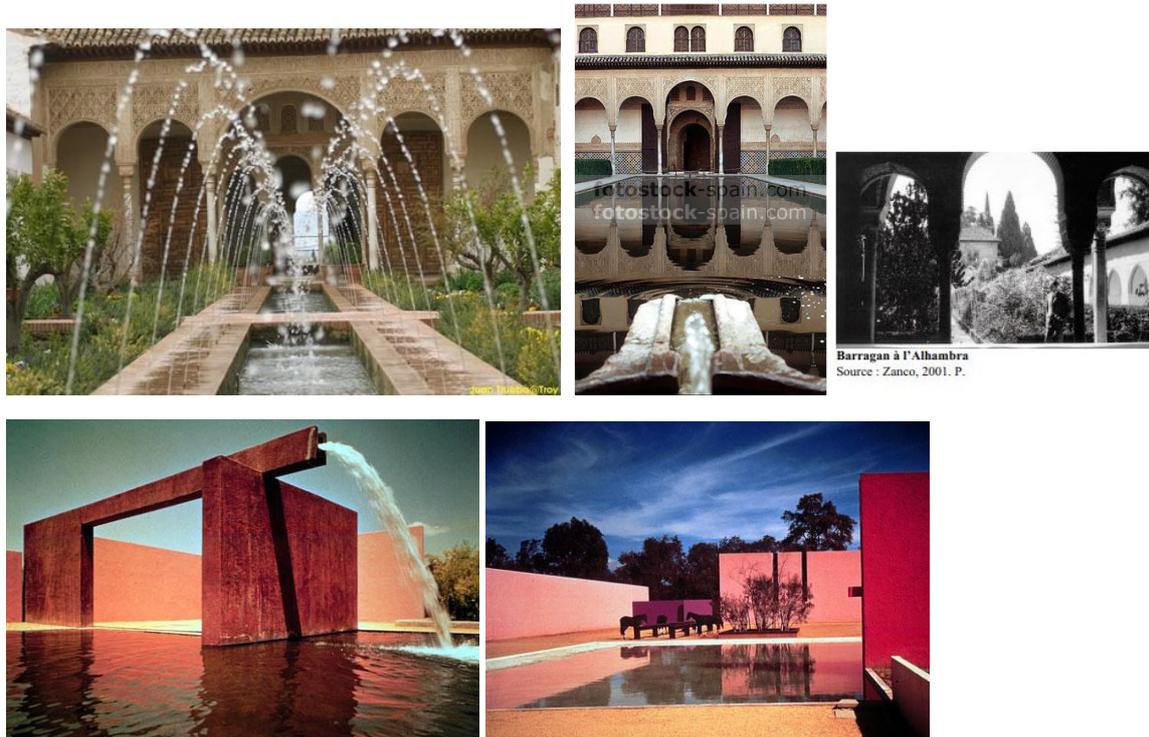


Figure 116 : L'influence de L'Alhambra visitée par L. Barragan sur la conception du centre équestre Los clubes, Atizapan de Saragosse, Mexico, 1969. Réf. Internet.

Dans un processus d'inspiration et de transformation, Barragan va capter la richesse visuelle et sensorielle et l'utiliser dans le projet équestre. Son admiration des murs épais, dénudés d'ornements extérieurs avec de petites ouvertures qui révèlent les profondeurs va être réinterprété à travers des murs épais et opaques. Les jeux d'ombre et de lumière filtrés par les interstices et les profondeurs révèlent l'intensité des couleurs, des textures et des épaisseurs. Visuellement, le signifiant figuratif qu'est l'Alhambra disparaît pour laisser place à une expression des vertus qu'elle renferme, à savoir, la lumière, les couleurs, les multiples espaces et leurs contrastes d'échelle, les jardins et les bruits de l'eau pour magnifier l'espace et la promenade architecturale à travers une expérience renouvelée des sensations. Barragan accorde dans cette sincérité d'expression de l'importance des rapports entre l'objet, son mode constructif et le matériau mis en œuvre.

*« Ne me posez pas de question sur telle ou telle œuvre, ne cherchez pas à comprendre ce que j'ai fait. Voyez ce que moi j'ai vu ».* (Barragan, Valente, & Zanco, 2001) . Il s'agit tout d'abord, d'apprendre à voir dans un sens qui surpasse l'analyse purement rationnelle, puis, donner à voir. Autrement dit, offrir une expérience sensorielle renouvelée sans déperdition de son essence.

## CONCLUSION

En Algérie, l'enseignement de la conception architecturale, à l'instar des pays de par le monde, est confronté aux mutations rapides que connaît notre environnement aussi bien naturel que bâti ainsi qu'aux nouvelles problématiques en rapport avec la durabilité et la reconquête de la qualité de notre cadre de vie.

Ce document pédagogique aborde les notions nécessaires à l'élaboration des travaux de conception au sein des ateliers. Ces notions sont développées sous forme de cours qui s'inscrivent dans le cadre des recommandations du programme LMD pour la matière « Théorie de projet 3 ». Dans sa dimension pédagogique, le document propose une approche didactique dans l'enseignement des éléments de la conception architecturale afin de sensibiliser et d'outiller les jeunes étudiants. En d'autres termes, mettre à leur disposition des moyens de réflexion adaptés aux changements des besoins, des conditions et de l'évolution de la pensée de l'architecture et qui soit en phase avec les préoccupations mondiales et locales en repensant le rapport de l'homme à son environnement.

Le recul entre l'enseignement et la production architecturale ont permis l'éventuelle suggestion d'adaptation des méthodes et des paramètres introduits dans le processus didactique qu'est l'enseignement, notamment, dans la mutation actuelle du statut du système Licence Master Doctorat vers le système classique en Architecture, en Algérie. Cette superposition de parcours a suggéré des améliorations puisées dans chaque statut. Les retours des expériences des étudiants et des jeunes architectes, d'un côté, et les problématiques de la qualité des lieux issues de la conception du projet architectural et de l'habitat ont suggéré l'exploration de références et de moyens adaptés à notre contexte local avec tous ses composants. Bien évidemment, une orientation qui s'inscrit dans le cadre des mutations mondiales actuelles où des solutions économiques, écologiques et rationnelles sont souhaitées. En parallèle, la quête de la qualité de la production architecturale et la cohérence du tissu urbain dans lequel elle s'inscrit est nécessaire. Des impératifs qui impliquent l'investigation des notions du confort aux diapasons des modes de vie et des exigences du bien-être dans la pratique des édifices publics ou des lieux d'habitabilité.

A cette fin, la démarche investit la notion de « spatialité » dans toutes ses dimensions au lieu de « l'architecture objet » afin de proposer un ensemble cohérent et adapté à nos besoins de bien-être dans l'espace de sociabilité comme celui de l'intime. Cela a fait appel à l'exploration des notions de confort psychologique véhiculées par le confort physique et visuel dans la production de l'espace architectural, ce qui a conféré à l'approche par « le parcours architectural » toute son utilité dans la pensée de la conception.

La proposition aux étudiants d'une conduite de réflexion et d'apprentissage est aussi l'occasion de les familiariser avec la nécessité de questionner un patrimoine bâti riche et diversifié, local et international. Des architectures qui ont su s'adapter aux besoins des sociétés et des individualités et qui peuvent être considérées comme sources d'inspiration et d'émancipation à la fois quand elles sont assimilées.

Cet apprentissage va être approfondi et complété dans les autres paliers d'étude où plusieurs autres échelles de réflexion vont se superposer à ce premier parcours du cursus de l'étudiant.

Ces outils aborderont de nouvelles dimensions architecturales comme celles qui sont rattachées à l'échelle urbaine et dont la composante principale est la conception des espaces extérieurs comme lieux de sociabilité et d'épanouissement de l'être. Il est clair que les mécanismes peuvent différer mais les objectifs restent les mêmes, proposer des espaces qui soient au service de l'homme et de la communauté en véhiculant des notions de confort.

## BIBLIOGRAPHIE

- Aalto, A. (2012). *La table blanche et autres textes*. Marseille: Parenthèses.
- Antoni, R.-M. (s.d.). *Vocabulaire Français de l'Art Urbain*. Lyon: Certu.
- Artémis. (2023). *Pour reconnaître les arbres*. Artémis.
- Auvray, P. T. (2012). Chapitre I. La perception visuelle. Dans M. Denis, *LA PSYCHOLOGIE COGNITIVE* (pp. 39-69). Paris: Editions de la Maison des sciences de l'homme .
- Bachelard, G. (1961). *la poétique de l'espace*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Barragan, L., Valente, I., & Zanco, F. (2001). *Barragan, Luis ; Valente, Ilaria, Zanco, Federica*. Milan: Vitra Design.
- Beaucire, F., & Desjardins, X. (2014). Urbanité. *Cités, Territoires, Gouvernance*. Récupéré sur [https://www.citego.org/bdf\\_fiche-document-129\\_fr.html](https://www.citego.org/bdf_fiche-document-129_fr.html)
- Casanovas, X. (2012). *Manuel pour la réhabilitation de la ville de Dellis*. Barcelone: Montserrat CASADO. Récupéré sur [https://issuu.com/asociacionrehabimed/docs/dellys\\_ir](https://issuu.com/asociacionrehabimed/docs/dellys_ir)
- Ching, F. (2019). *Architecture: Forme, espace et organisation*. Eyrolles.
- Cousin, J. (1980). *L'espace vivant*. Paris: Moniteur.
- Diki-Kidiri. (2002). le signifié et leconcept dans la dénominaion. *META*, pp. 573-581.
- Feterman, G. (2019). *l'arbre dans tous ses états*. Delachaux et Niestlé.
- Harnad, S. (1990). The symbol grounding problem. *Physica D*, 42 (1-3), pp. 335-346.
- Larousse. (s.d.). Récupéré sur <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/>
- LESPE, R. (2003). *Oran Etude de géographie et d'histoire urbaines*. Oran: Bel Horizon.
- M.CH.L., M. (1847). *l'Architecture de Vitruve*. Paris: C.L.F. Panckoucke .
- Meiss, P. V. (1993). *De la forme au lieu, Une introduction à l'étude de l'architecture*. Presses polytechniques et universitaires normandes.
- Meiss, V. P. (1995). *De la cave au toit*. Lausanne: Presses polytechniques et universitaires romandes.
- Pfeiffer, B. B. (2004). *Wright*. Paris: Taschen.
- Puget, F. (1929, Février). Du lancé de l'escalier sur voûte en briques. *Chantiers (Les) nord-africains*, p. 727.
- Reid, G. W. (2006). *Dessin d'architecture paysagère*. Eyrolles.
- Rivalta, L. (2003). *Louis Khan, la construction poétique de l'espace*. Paris: Le Moniteur.
- Rollot, M. (2017). *La concpetion architecturlale: : Méthodes, réflexions, techniques*. Montpellier: Espérou. doi:ffhal-01851250

- Rouvière, M. (2002). *La Restauration des murs de soutènement de terrasse*. Parc National des Cévennes .
- Sauzet, M. (1996). *Entre dedant et dehors*. Massin.
- Sauzet, M. (2003). *Habiter l'architecture*. Massin.
- Sauzet, M. (2022). *Habiter, entre nature et émotion*. Marseille: Editions Parenthèses.
- Schinkel, K. F. (1840). *Pensées et remarques sur l'art*. Berlin.
- Schmarsow, A. (1897). *Baroque et Rococo, un examen critique, Uber, le pittoresque en architecture*. Leipzig.
- Staehli, A., & Al., D. M. (2022). *Arbres*. Salamandre.
- Valery, P. (1944). *Eupalinos, l'âme et la danse, dialogue de l'arbre*. Paris: Gallimard.
- Viollet-Le-Duc, E. (1868). *Dictionnaire raisonnée de l'architecture française du du XIe au XVIe siècle*. Paris: Bance-Morel.
- Zevi, B. (1959). *Apprendre à voir l'architecture*. Paris: Les Editions De Minuit.
- Zimmerman, C. (2014). *Mies Van Der Rohe*. Collogne: Taschen.