

Mémoire Grade Master 2022-2023



HESAM
UNIVERSITÉ

FORMATION DES ETUDIANTS ET PROCESSUS DE CONCEPTION ARCHITECTURALE

Analyse des processus de conception architecturale des étudiants Architectes et Ingénieur-Architecte à travers l'Architecturologie

Morgane HERRY

Etudiante Ingénieure-Architecte (ESTP-ENSA Paris la Villette)

École Nationale Supérieure d'Architecture de Paris-La-Villette
Séminaire AIC – Activités & Instrumentations de la Conception

Concevoir et Construire l'Architecture (CCA)
Savoirs des Activités de Projet Instrumentées (SAPI)

ABSTRACT

La conception architecturale peut être définie comme un processus visant à inventer des éléments physiques qui, en réponse à des contraintes à assumer, proposent une nouvelle organisation, une nouvelle forme ; elle est à la fois interne par la cognition et externe par la production.

L'architecturologie est la théorie de la conception architecturale, c'est un outil utilisé pour étudier le processus de conception architecturale et non l'objet architectural conçu en lui-même.

Ce mémoire vise à donner une première approche, à travers le prisme de l'architecturologie, des différences dans les processus de conception des étudiants double cursus Ingénieur-Architecte et des étudiants simple cursus architecture. Le double diplôme Ingénieur-Architecte est récent en France, par conséquent les processus de conception de ces nouveaux profils ne sont pas encore étudiés. Le but de cette étude consiste à analyser plusieurs projets d'élèves de niveau Master 1 pour obtenir des premiers résultats sur ce domaine ainsi que d'ouvrir la porte à des expériences, des idées et des réflexions plus poussées sur ce sujet.

ÉQUIPE ENCADRANTE

M. François Guéna. Directeur scientifique du laboratoire MAP-MAACC, Professeur à l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Paris-La Villette, Sciences et Techniques pour l'Architecture : Mathématique – Informatique.

M. Joaquim Sylvestre. Maître assistant à l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Paris-La Villette, Sciences et Techniques pour l'Architecture : Mathématique – Informatique, Docteur de l'Université de Keio, Japon

Mme. Anne Tuscher. Professeure à l'école Nationale Supérieure d'Architecture de Paris-La Villette (MAP-MAACC), Doctorat en Sciences cognitives.

TABLE DES MATIÈRES

ABSTRACT	2
ÉQUIPE ENCADRANTE	3
TABLE DES MATIÈRES	4
INTRODUCTION	6
I. CONTEXTE	8
I.1. Le double cursus Ingénieur-Architecte	8
I.1.1. Formation	8
I.1.2. Histoire du double diplôme	12
I.1.3. Dans le monde professionnel	13
I.1.4. Ingénieur-Architecte en Europe	14
I.2. La conception : Ingénieur et Architecte - Clichés	15
I.3. Intérêt de l'étude	19
II. L'APPLICATION DE L'ARCHITECTUROLOGIE AU CORPUS	22
II.1. La conception architecturale	22
II.1.1. Qu'est-ce que la conception architecturale ?	22
II.1.2. Cognition– Ingénieur et Architecte	24
II.1.3. Etude de la conception architecturale	25
II.2. L'architecturologie	26
II.2.1. Principes de l'architecturologie	26
II.2.2. Les échelles architecturologiques	28
II.2.3. L'architecturologie associée à l'expérimentation	31
II.2.4. Pour aller plus loin/limitation du modèle architecturologique	34
II.3. Recherche	35
II.3.1. Délimitation du sujet	35
II.3.2. Entretiens	37
II.3.3. Documents graphiques	38
II.3.4. Restrictions	38
II.4. Hypothèses	39
II.4.1. Divergences dans les échelles utilisées	39
II.4.2. Divergences dans l'échelle dominante, principale, embrayante, structurante	39
II.4.3. Divergences dans la chronologie des échelles	39
II.4.4. Divergences dans le rapport à la représentation	40

III. ANALYSE DE RECHERCHE	42
III.1. Explication du déroulé de l'analyse	42
III.2. Résultats	44
III.2.1. Les échelles architecturologiques utilisées	44
III.2.2. Selon le type de projet	46
III.2.3. Chronologie des échelles	48
III.2.4. Echelles embrayante, dominante, principale, structurante	48
III.2.5. Représentation graphique	50
III.3. Synthèse	51
III.3.1. Réponses aux hypothèses posées	51
III.3.2. Critique de la méthode utilisée	51
III.3.3. Autres observations	52
CONCLUSION	53
BIBLIOGRAPHIE DES TEXTES	56
ANNEXES	59
ANNEXE 1 – ANALYSE DES PROJETS DES ETUDIANTS	59
ANNEXE 2 – ENTRETIENS PROFESSEURS	75

INTRODUCTION

Dans le milieu de l'architecture, du bâtiment et des travaux publics il est d'ordre commun de mettre l'architecte et l'ingénieur en opposition. De nombreuses études ont mis en lumière leurs oppositions mais aussi leurs rapprochements. Après tout, il y a quelques siècles l'architecte et l'ingénieur ne formait qu'un et même individu. Au XXIème le double diplôme Ingénieur Architecte fait son apparition dans les écoles françaises puis ensuite dans le monde professionnel. Qui sont ces nouveaux individus à cheval entre ces deux professions qui sont considérées en opposition ? Mais surtout qu'est-ce qui les rendent intéressants ? Ici nous voulons réfléchir à ces questionnements à travers le prisme de la conception architecturale. Est-ce que ce profil qui englobe et réconcilie ce milieu de l'architecture et de l'ingénierie dans le domaine du BTP a une particularité concernant la façon de concevoir l'architecture de demain ?

Dans les années 1970, Philippe Boudon, un architecte, chercheur et professeur français développe l'architecturologie. L'architecturologie peut être vu comme la science de la conception architecturale. Une nouvelle façon d'aborder la conception fait son apparition. Et si on s'intéressait davantage à la façon de concevoir plutôt qu'à l'objet conçu lui-même ? Il paraît donc logique d'utiliser l'architecturologique pour étudier les processus de conception des étudiants double diplômes et des étudiants simple diplôme en architecture. La réflexion sera expérimentée sur des élèves de Master 1 en cursus simple architecture à l'UPV de Valencia en Espagne ou en double cursus Ingénieur-Architecte à l'ENSA-PLV.

Plusieurs hypothèses ont été mises en place pour délimiter l'étude sur la comparaison entre les simple et les double cursus : divergences dans les échelles architecturologiques utilisées ; divergences dans l'échelle dominante, principale, embrayante, structurante ; divergences dans la chronologie des échelles architecturologiques ; divergences dans le rapport à la représentation. A travers des entretiens et une étude des documents graphiques des élèves sélectionnés une première réponse à ces hypothèses sera annoncée.

Pour répondre à cette problématique nous allons d'abord parler du double diplôme Ingénieur-Architecte, ensuite nous définirons et expliciterons ce qu'est l'architecturologie qui est encore trop peu connue, et pour finir nous analyserons les données recueillies pendant la phase de recherche pour arriver à une conclusion.

Formation des étudiants et processus de conception architecturale

I. CONTEXTE

I.1. Le double cursus Ingénieur-Architecte

I.1.1. Formation

Depuis un peu plus d'une dizaine d'années un nouveau type de double-diplôme a vu le jour, il associe la formation dans une école d'ingénieur BAC+5 généralement en génie civil (structure, construction, énergétique, environnement) et celle dans une école d'architecture. En 7 ans généralement, on obtient ainsi les deux diplômes, diplôme d'Ingénieur et master en architecture. Ce double diplôme vient répondre à une intention de rapprocher ces deux corps de métier qui ne formaient qu'un il y a quelques siècles. L'ouverture européenne a aussi poussé les Ecoles Nationales Supérieur d'Architecture (ENSA) à aller dans ce sens. Avant la création de ce double diplôme il fallait 5 ans d'études pour devenir Ingénieur et 5 ans pour être Architecte DPLG (Diplôme d'Architecte diplômé par Le Gouvernement) soit un total de 10 années. Dans les deux cas il était, et est toujours, nécessaire d'effectuer une année supplémentaire pour obtenir l'Habilitation à la Maîtrise d'œuvre en son Nom Propre (HMONP) (voir Figure 1).

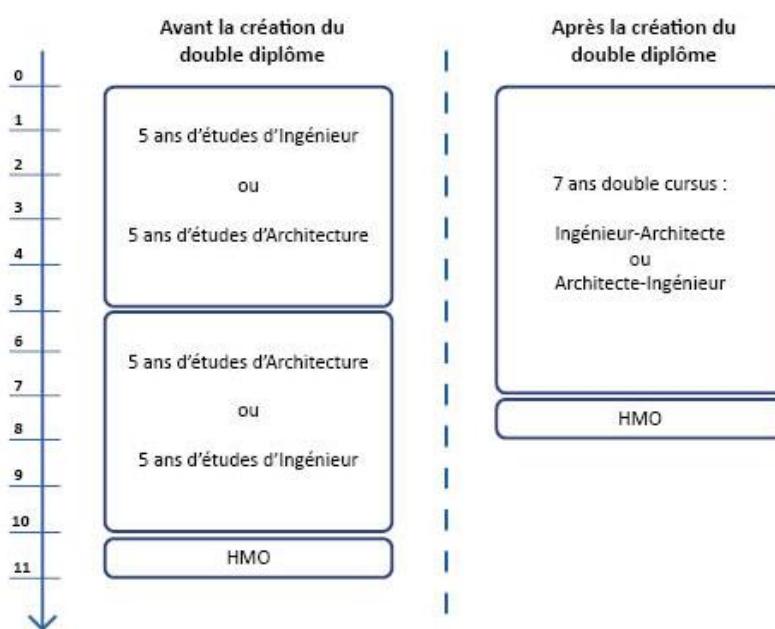


Figure 1. Comparaison des années d'études avec et sans le double diplôme.

Ce double diplôme peut s'effectuer selon deux approches qui diffèrent, changeant leurs dénominations. L'Ingénieur-Architecte, dit IA, est d'abord issu du domaine de l'ingénieur, il est accepté dans son école d'ingénieur suite à une classe préparatoire scientifique de 2 ou 3 ans, ou d'un équivalent par passerelle comme une licence de mathématiques ou de physique. Ensuite il postule pour le double diplôme avec une école d'architecture partenaire et passe un entretien de sélection. De ce fait l'Ingénieur-Architecte a déjà effectué une formation scientifique générale de 2 ou 3 ans avant de commencer son double diplôme Ingénieur-Architecte. De son côté l'Architecte-Ingénieur, dit AI, est accepté après le baccalauréat dans une école d'architecture avant de postuler pour le double diplôme avec une école d'ingénieur. Sa double formation dure 7 ans avec des cours scientifiques théoriques renforcés (mathématiques, physique) durant ces trois premières années avant de commencer la formation ingénierie à proprement parler.

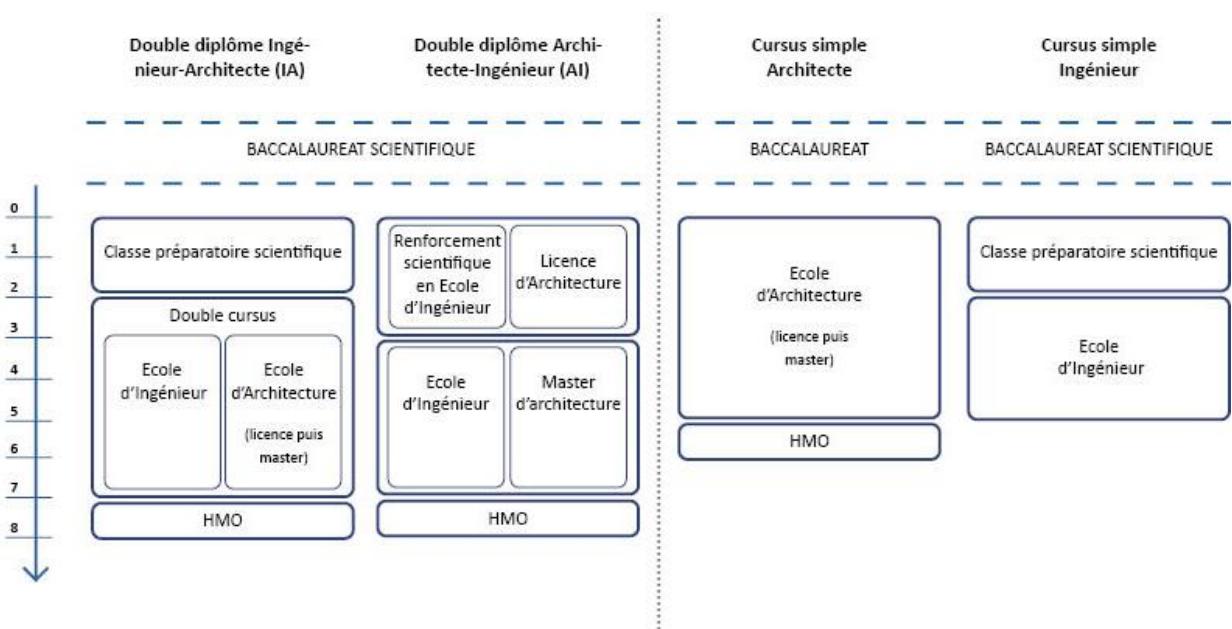


Figure 2. Comparaison des différentes formations.

Chaque binôme école d'ingénieur-école d'architecte a sa propre façon de fonctionner, notamment pour la répartition des cours des deux cursus ainsi que leur déroulement au fil des années. Les stages obligatoires, l'international ou la nécessité/possibilité de faire un Travail de Fin d'Etude (TFE) du côté ingénieur varient aussi selon les établissements. Malgré les équivalences entre les deux écoles, les étudiants en double-diplôme sont généralement davantage rattachés à leur école d'origine et ne suivent pas exactement les mêmes cours que les cursus simples architecte. Les cours de langues sont enseignés dans leur école d'origine et non dans les deux, moins d'heures sont consacrées à la sociologie et l'art plastique aussi par exemple. Par contre, la pratique du projet architectural reste immuable et au cœur de leur formation sans distinction avec les cursus simples architectes. Les cours de construction sont suivis dans l'école d'ingénieur.

Durant leurs études les étudiants suivent donc le cours de 'Projet architectural', matière centrale de leur formation. Quel que soit leur formation le 'Projet Architectural' est la seule matière non compensable et non rattrapable de leur cursus, ils y consacrent un jour de cours en présentiel par semaine ainsi que des dizaines d'heures de travail personnel. Les élèves étudient et analysent de nombreux projets de natures très diverses allant du projet réalisé ou non, exubérant ou se fondant dans son environnement, connu ou moins connu, en France ou dans le monde, d'il y a plusieurs siècles à aujourd'hui, en bois, béton ou matériaux plus ou moins innovants. Chaque élève aura des références architecturales communes et surtout de nombreuses différences selon les professeurs rencontrés durant leur cursus ainsi que leurs expériences personnelles. Par conséquence on peut noter que les élèves suivant un double diplôme étudieront d'autres références dans leur seconde école et surtout ils les étudieront différemment, selon un point de vue d'ingénieur. Ces étudiants double-diplômes apprennent à aborder et étudier un projet selon des points de vue qui peuvent différer, se compléter, se rejoindre ou même se contredire.

Ecole d'Architecture	Ecole d'Ingénieur	Année de création
ENSA de Paris-Belleville	Conservatoire National des Arts et Métiers (CNAM)	2006
ENSA de Paris-Est - Marne-La Vallée	École des Ponts ParisTech (ENPC)	2006
ENSA de Paris-La Villette	Ecole Spéciale des Travaux Publics (ESTP)	2006
	Ecole des Ingénieurs de la Ville de Paris (EIVP)	2010
ENSA de Bretagne	INSA de Rennes	2005
ENSA de Clermont-Ferrand	Polytech Clermont-Ferrand	2008
ENSA de Lyon	INSA de Lyon	1996
	Ecole Nationale des Travaux publics de l'Etat (ENTPE)	2002
	Ecole Centrale de Lyon	2002
<u>ENSA de Marseille</u>	Polytech Marseille	2006
ENSA de Montpellier	École Nationale Supérieure des Mines d'Alès	2018
ENSA de Nantes	Ecole Centrale de Nantes	2006
ENSA de Normandie	INSA de Rouen Normandie	2020
ENSA de Toulouse	INSA de Toulouse	1996
INSA de Strasbourg	Architecte et ingénieur INSA	2014
Ecole Spéciale d'Architecture	École Spéciale des Travaux Publics	2015

Figure 3. Tableau récapitulatif des établissements français proposant le double cursus Ingénieur-Architecte.

I.1.2. Histoire du double diplôme

H. Vacher explique dans un de ses ouvrages le projet de mise en place d'un diplôme Ingénieur-Architecte à l'ESTP au début XXème siècle. Au XIXème siècle les compétences professionnelles ainsi que le rôle de l'ingénieur et de l'architecte étaient séparées pour donner à l'un l'art et à l'autre la technique. Dès la fin du XIXème siècle ainsi qu'au début du XXème siècle l'ingénieur-architecte représente une part non négligeable des ingénieurs sur le marché. Ces ingénieur-architectes ont suivi des formations complémentaires en architecture à la suite de leur formation de base d'ingénieur. Il y a ainsi au début du XXème siècle la différenciation entre les ingénieur-architectes et les ingénieur-constructeurs, ces derniers n'ayant pas suivi de formation complémentaire en architecture. Toutefois, la part sociale et culturelle de la formation d'architecte reste dans le cercle des architectes de formation. C'est dans ce contexte que l'ESTP redéfinie sa filière Bâtiment comme délivrant le diplôme d'ingénieur-architecte en 2 ou 3 ans. Cette formation était composée de tous les cours constructifs de l'époque, quelques cours de management et un à deux cours d'architecture ne relevant pas du Projet architectural tel qu'on le connaît aujourd'hui. Un certain Mr. Auburtin – architecte en chef des bâtiments civils et des palais nationaux – intègre l'ESTP pour enseigner les cours d'architecture. Il propose une refonte des enseignements du diplôme Ingénieur-Architecte pour intégrer ce qui lui semble essentiel et qui manquait cruellement : le projet architectural en atelier, réduire les cours théoriques en mathématiques pures et sciences physiques au profit de cours de géométrie descriptive, perspective, construction, métré, etc. Cette proposition de refonte de l'enseignement n'a pas été adopté et ce diplôme d'Ingénieur-Architecte resta tel quel durant une vingtaine d'année jusqu'à ce que le SADG (Société des Architectes Diplômés par le Gouvernement) fasse remarquer que l'appellation de ce diplôme ne représente pas selon eux les études et les compétences d'un architecte. L'Etat leur donnant raison, le diplôme Ingénieur-Architecte de l'ESTP prit fin pour revenir à un diplôme d'ingénieur en bâtiment. Aujourd'hui le double diplôme Ingénieur-Architecte entre l'ESTP et l'ENSA Paris la Villette se rapproche de ce que voulait mettre en place Mr. Auburtin, peu de cours théoriques, beaucoup de cours d'application des compétences, un cursus spécialisé dans la construction et l'architecture, en résumé un vrai double diplôme qui mérite sa dénomination d'Ingénieur-Architecte. Pour apprendre toutes les connaissances nécessaires à ce double diplôme il faut 7 ans et non 3 ans comme cela l'était au début du XXème siècle. On est ainsi détenteur d'un diplôme d'Ingénieur et d'un Master d'Architecture et non d'un diplôme d'Ingénieur-Architecte.

En Europe ces deux formations d'ingénieur en génie civil et d'architecte peuvent être moins différencierées voire confondues dans certains cas. Alors qu'en France cette double formation

est plutôt récente et n'ai pas dispensé à énormément d'élèves, ce qui entraîne une faible part de double-diplômés chaque année. Chaque parcours AI ou IA de chaque école accueille entre 5 et 40 étudiants par promotions.

En 1980, l'ENSA de Lyon et l'ENTPE commence à ouvrir des cours entre les deux écoles. Mais ce n'est que 16 ans plus tard que la double formation en sept ans est mise en place pour la première fois entre les INSA et les ENSA de Lyon et de Toulouse respectivement. Le principe est tout de même d'associer une école d'ingénieur et une école d'architecture géographiquement proches pour permettre aux élèves suivant la double formation de suivre facilement des cours dispensés dans chaque établissement. La double formation peut être effectuée dans les sens Ingénieur/Architecte ou Architecte/Ingénieur en fonction de la porte d'entrée dans le parcours, par une école d'ingénieur ou par une école d'architecture. Le partenariat entre l'ESTP et l'ENSA de Paris-La Villette prend vie en 2006.

I.1.3. Dans le monde professionnel

Victor Tolley, un ancien étudiant en double diplôme Ingénieur-Architecte, a étudié à travers son mémoire comment cette double formation influence les compétences des double-diplômés dans leur pratique professionnelle.

D'après V. Tolley, une fois leurs études terminées, les double-diplômés Ingénieur-Architecte utilisent généralement les approches et les connaissances de leur deux formations.

« Presque tous [les doubles diplômés interrogés] évoquent leurs capacités à considérer différents angles d'approche sur une situation, et à adapter leurs méthodes et outils de communication en fonction de leurs interlocuteurs. Ils semblent donc être effectivement de bons vecteurs de collaboration entre les différents acteurs impliqués dans un projet. » (V. Tolley, Nouvelles pratiques du projet architectural et enjeux des double-diplômes architecte-ingénieur et ingénieur-architecte : comment le double diplômé mobilise-t-il sa double culture et ses compétences dans sa pratique professionnelle ? Mémoire de Master d'Architecture, 2019)

Ils sont notamment retrouvés dans des métiers qui utilisent à la fois leurs compétences architecturales et celles d'ingénierie. Certains employeurs recherchent particulièrement des doubles diplômés pour mettre en place un projet. Les profils dans le monde professionnel sont très nombreux et divers, il est alors difficile de faire un lien entre eux. Son étude fait ressortir trois posture-types que le double diplômé aurait tendance à adopter dans sa pratique professionnelle : le spécialiste, le concepteur et le médiateur. Le spécialiste, comme son nom

l'indique, est connaisseur dans un domaine ciblé ce qui réduit son champ d'action. Malgré le fait que cette posture va à l'encontre de la richesse de la double formation, l'ouverture d'esprit et la façon de s'adapter pour répondre aux différents projets rendent les double-diplômés intéressants et intéressés. Le concepteur est celui qui conçoit et dessine le projet. Ainsi les compétences, la rigueur, la technique et la logique économique apprises durant la double formation sont mobilisées. Le médiateur aide à coordonner et transmettre les informations entre les différents acteurs, toujours plus nombreux. La double casquette et la transversalité des regards et des connaissances rendent les double-diplômés très utiles à ce poste.

A travers toute cette réflexion on peut se demander, dans la posture du 'concepteur', de quelle façon le double diplômé est influencé par sa formation d'ingénieur ? Est-ce qu'ils conçoivent différemment que des simples cursus ? Dû à sa double formation, on pourrait se demander si ces étudiants double cursus n'adopteraient ils pas des 'posture-types' de concepteur qu'on pourrait différencier de celles adoptées par les simples cursus.

I.1.4. Ingénieur-Architecte en Europe

Nous n'allons ni faire une liste exhaustive de toutes les formations européennes permettant d'accéder au titre d'architecte et d'ingénieur ni expliciter toutes les différences qu'il peut y avoir. Par contre nous allons en évoquer quelques-unes pour se rendre compte de la diversité européenne sur ce sujet. En Europe la formation Ingénieur à tendance à être associée à celle de l'Architecture sans les séparer. Elle est généralement appelée 'Génie Architectural' et permet de former des Ingénieur-Architectes ou Architecte-Ingénieurs. Par ailleurs ces formations ne font pas la différence entre IA et AI car c'est une formation commune qui relie les deux sans distinction. On peut retrouver des formations de 'Génie Architectural' dans ces universités par exemple :

- Vrije Universiteit Brussel, Belgique
- University of Bologna, Italie
- Politecnico di Milano, Italie
- KTH Royal Institute of Technology, Suède
- University of Bradford, Royaume-Uni

Il y a tout de même beaucoup d'université en Europe qui sépare les deux formations mais en rendant la formation d'architecte plus technique et moins artistique qu'en France, ce qui lui donne des compétences en ingénierie du bâtiment. Cette différence est notamment marquée

par l'origine du métier d'architecte en France. Comme nous l'avons dit précédemment la formation de l'architecte relevait de celle des Beaux-Arts et encore de nos jours les écoles d'architecture sont sous la tutelle du ministère de la culture alors que les écoles d'ingénieur sont sous celle du ministère de l'éducation. Dans les autres pays européens les écoles ou facultés d'architecture sont sous la même direction nationale que celles d'ingénierie.

I.2. La conception : Ingénieur et Architecte - Clichés

D'après A. Hatchuel il y aurait un paradoxe du design chez l'Architecte et l'Ingénieur.

« Le 'design' est cette étrange pratique qui, dans de nouveaux objets, ne tente rien moins que de concilier capitalisme et humanisme, intérêt et sens, séduction et authenticité, rhétorique et vérité, tradition et invention. » (A. Hatchuel, Quelle analytique de la conception ? Parure et pointe en Design, 2006)

Pour lui, une discipline qui rassemble l'Art et la Technique n'est pas évidente à cerner. La conception architecturale en est une. A. Hatchuel met en avant comme D. Raynaud des capacités propres aux métiers de la conception où les concepteurs se doivent de justifier leur travail de réflexion de la conception en opposition avec l'Artiste qui ne rend compte de son travail qu'avec l'objet fini.

Ce raisonnement de conception vaut pour tous les concepteurs. La conception architecturale part de l'état de l'art de l'objet que l'on veut concevoir ainsi que des normes techniques, sociales ou fonctionnelles qu'il doit suivre.

Selon P. Deshayes, plusieurs figures de pensées et d'action peuvent être mises en avant pour rapprocher ou opposer l'Architecte et l'Ingénieur. La réflexion se base sur leur style cognitif, c'est-à-dire leur manière de concevoir, de réfléchir, de penser la conception indépendamment de leur savoir et savoir-faire. Selon lui, ils n'ont pas la même approche dans leur formation. La figure dominante chez l'Ingénieur serait 'le savoir avant le faire' alors que chez l'architecte se serait 'le faire avant le savoir'. La présence du projet architectural comme élément central du cursus de l'Architecte le démontre bien. Le champ social est aussi beaucoup plus étudié dans la formation d'architecte que dans celle d'ingénieur. Ce qui renforce les différences d'approches entre la technicité de l'Ingénieur et le social de l'Architecte.

L'approche du projet est aussi différente que ce soit à travers les démarches ou les compétences utilisées. Chez l'architecte il est vu comme principal, central et fondateur alors que chez l'Ingénieur il est vu davantage comme une application des cours et d'une compétence de management de projet. Une autre différence est que l'Architecte doit répondre à des commandes et faire face à des jugements sensibles des clients alors que

l'Ingénieur élimine cette approche pour rationaliser à travers la science et la technique. Ces deux concepteurs vivent dans un système de conception et de production social, économique, culturel et technique.

« Tandis que l'architecte s'intéressera à des lois d'organisation subsumant la rationalité technique et l'esthétique, l'ingénieur cherchera à l'inverse : des contextes de références de production d'œuvres techniques légitimant des qualités esthétiques. » (P. Deshayes, Notes autour de sept figures de pensée & d'action de l'ingénieur et de l'architecte, 2000)

Il met aussi en avant que l'architecture serait plus proche de l'art alors que l'ingénierie serait plus proche de la science dans leurs études et dans le monde professionnel. C'est notamment pour cette raison que ce sont deux corps de métiers qui se complètent. Il y aussi une différence d'approche entre les rendus. L'architecte prendrait davantage en compte un 'désordre' que lui imposerait le client ou un aléa, il est aussi davantage dans l'à-peu-près alors que l'ingénieur va faire en sorte que sa solution soit optimale de tel façon qu'aucun désordre ne vienne la changer, il recherche très vite l'exactitude en travaillant à des échelles allant jusqu'au micromètre. L'architecte tend à d'adapter à son environnement alors que l'ingénieur veut que ce soit l'environnement qui s'adapte à sa technique. Durant leur formation, certains espaces de références sont communs à l'architecte et à l'ingénieur comme l'aspect économique, fonctionnel ou technique, d'autres sont spécifiques à l'architecte comme l'aspect parcellaire, géographique ou social.

Pour P. Deshayes, la figure dominante de pensée et d'action chez l'ingénieur est basée sur un esprit synthétique pour résoudre un problème posé en cherchant des modèles de solutions. De son côté l'architecte aurait tendance à concevoir hors du cahier des charges avant de transformer son projet pour le rapprocher d'une solution réelle. Une école d'architecture peut être vue comme généraliste dû aux domaines variés enseignés : technique, fonction, social, économique, esthétique etc. alors qu'une école d'ingénieur dans le BTP est davantage mono-disciplinaire et touche à moins de domaines.

« Au niveau structurel, il est possible de remarquer que des exemples marquants de l'architecture sont très souvent l'œuvre d'un créateur avec double formation d'ingénieur et architecte (Calatrava, 2002). Ainsi, ce sont les connaissances scientifiques de l'ingénieur ainsi que la créativité et la sensibilité sociale et culturelle de l'architecte qui peuvent donner naissance à des idées expressives et optimales des points de vue structural et énergétique. » (I. Iordanova, Assistance de l'enseignement de la conception architecturale par la modélisation de savoir-faire des référents, 2008)

Durant leurs études dans leurs établissements d'architecture et d'ingénierie, de nombreux clichés et préjugés sur les étudiants en double diplôme sont présents. Plusieurs professeurs ont été interrogés à ce sujet :

- Professeurs de l'école d'ingénieur de l'ESTP ayant, pendant plusieurs années, enseignés et encadrés des projets d'ingénierie à des élèves en simple cursus Ingénieur filière Bâtiment de l'ESTP et à des élèves double cursus Ingénieur-Architecte. On va les appeler PE.
- Professeurs de l'école d'architecture de l'ENSA-PLV ayant, pendant plusieurs années, encadrés le cours de Projet Architectural à des élèves en simple cursus Architecture et à des élèves double cursus Ingénieur-Architecte. On va les appeler PA.

Durant ces entretiens nous avons pu relever des points de vue intéressants. Pour PE, professeur à l'ESTP, il y a clairement des différences entre les élèves simple cursus Ingénieur et les élèves double cursus Ingénieur-Architecte.

« Je trouve que les doubles cursus font des projets de meilleure qualité car ils ont une meilleure vision de l'aspect architectural et d'ingénierie. »

« Ils ont à mon sens, une vision meilleure de ce qu'est un bâtiment quel qu'il soit, quel que soit son usage. »

Son projet consiste à donner un APS architectural simple (pas de complexité de conception architecturale) et les élèves doivent expliquer comment la construction va fonctionner, quel sera le système de la façade, quel sera l'impact des finitions sur la structure, etc. En résumé il faut expliquer les choix structurels par rapport à l'intention architectural du projet. Il remarque notamment que les rendus sont de meilleure qualité chez les IA car ils ont plus de cohérence dans leur projet. Pour lui le travail de dessin effectué en école d'architecture à travers les cours de géométrie descriptive ou de projet architectural permettent aux élèves de comprendre davantage le fonctionnement d'un bâtiment et par conséquence de mieux le représenter. Cela permet aux élèves IA d'avoir une bonne cohérence sur un projet.

Pour eux ce double diplôme « *donne aux étudiants une plus grande ouverture d'esprit, de meilleures capacités de travail collaboratif, de compréhension. Le double diplôme est vraiment un plus. Il répond à une nécessité, les IA seront plus à l'aise en suite pour piloter un projet et concevoir.* »

On précise tout de même que le rendu graphique à travers l'utilisation de logiciel comme Autocad ou Revit est de même qualité chez les simples cursus que chez les IA, c'est la cohérence qui diffère.

Les professeurs d'architecture de l'ENSAPLV ont fait d'autres remarques. L'approche du projet dépend des centres d'intérêt qu'on chacun, ce n'est pas nécessairement en lien avec la double formation. Des étudiants suivant le cursus architecture peuvent être aussi voire plus intéressés sur la technique et le cursus que ceux suivant la double formation. La formation des IA va de la science vers la technique alors que celle des étudiants en architecture essaye d'être directement dans la technique, leurs approches diffèrent.

« Les IA restent et demeurent imprégnés par leur formation initiale d'école d'ingénieur et de prépa, avec une dextérité dans les outils du projet qui se mixe avec une approche qui tente d'être rigoureuse. »

Les IA ont aussi tendance à être davantage rigide, ils sont arrivés en architecture plus mûrs que les autres, 2 ans après le bac, ils ont des certitudes notamment sur leurs compétences. Cela engendre qu'ils ont du mal à se mettre en danger dans la conception de projet, par ailleurs ils ont aussi une approche sensible et sensée de la construction, une capacité de raisonnement, de d'analyse et d'organisation qui fonctionnent bien.

Les professeurs de l'école d'architecture ont aussi mis en avant des différences avec les AI (ce sont les étudiants effectuant la double formation de 7 ans directement après le bac en intégrant d'abord une école d'architecture). Grâce à leur formation de 7 années en architecture ils ont une maturité du projet plus importante que les IA ou les simples cursus qui n'ont que 5 ans d'étude d'architecture. Les IA et les simples cursus ont tous 5 ans d'étude en architecture, dans le même laps de temps les étudiants en double cursus voient pleins d'autres choses grâce à leur cours dans l'école d'ingénieur.

Dans les groupes mixtes IA et cursus simple « *Les IA ont de la maturité, ils arrivent avec une capacité de raisonnement, de travail d'analyse, ils guident le groupe et arrivent à bien organiser la présentation et la lecture dans toutes les analyses. Chacun à une histoire, un parcours qui fait voir les choses sous un angle différent.* »

Dans chaque école ils entendent des réflexions qui les catégorisent 'double diplôme'. Plusieurs élèves double diplômes ont été interrogé à ce sujet.

« Vous êtes IA, vous devez savoir faire la structure normalement. » Projet d'architecture

« Vous êtes une interface entre les architectes et les ingénieurs. » Général

« Vu que vous êtes en bicursus vous devriez apporter une dimension plus technique à votre création. » Art plastique

« Vous les IA vous êtes formaté par le système » *Cours d'architecture*

« C'est vrai t'es un IA donc tu calcules les échelles rapidement » *Projet d'architecture*

« Vous les IA vous êtes plus intelligents » *Général*

Dans les deux écoles les élèves double cursus sont dispensés de certains cours, à l'ESTP certains TD (exercices à faire en cours) regroupent les IA à part des étudiants ingénieurs. Ces séparations influent sur l'intégration des IA dans les écoles, ils rencontrent et connaissent moins les autres étudiants que ceux suivant les cursus complets. Par ailleurs ils ont accès à davantage d'associations universitaires qui leur permettent de rencontrer des gens diversifiés même si c'est généralement en moins grand nombre. Que ce soit dans les écrits ou dans la pratique les clichés sur les ingénieurs et les architectes sont présents, les séparant et les catégorisant.

I.3. Intérêt de l'étude

L'étude des processus de conception des étudiants suivant un cursus d'ingénieur et un cursus d'architecture n'est pas étudié, tout comme les processus de conception de ceux déjà diplômés et qui exercent. Il y a une absence de questionnement et d'état de l'art sur le sujet. Etant récent, le double diplôme a été peu étudié. Il paraît logique de considérer que cette double formation permet aux étudiants d'avoir des connaissances et des capacités plus variées qu'un simple cursus uniquement architecte ou ingénieur, dans le domaine du BTP notamment. Une double formation permet d'apporter une double culture mais aussi différentes façons de travailler sur un projet que ce soit en groupe ou individuellement.

S. Safin précise que « *La formation initiale de concepteurs influe également sur leur comportement.* » (2011)

« *Même dans des conditions similaires, deux concepteurs n'aborderont pas un problème de conception de la même façon. Divers facteurs d'ordre individuel auront une influence sur les modes de raisonnement analogique (Bonnardel, 2009 ; Leclercq & Heylighen, 2002), Les stratégies de décomposition du problème (W.Visser, 2009) et la quantité de solutions générées.* » (S. Safin, *Processus d'externalisation graphique dans les activités cognitives complexes : le cas de l'esquisse numérique en conception architecturale individuelle et collective*, 2011)

Les étudiants arrivent dans les études supérieures après le baccalauréat, ils ne sont pas identiques. Ils ont des capacités et des préférences différentes. Les étudiants IA commencent la formation d'architecture 2 ans après le baccalauréat ils ont donc plus de maturité et

d'évolution. Ce qui nous intéresse d'étudier c'est l'impact de leur formation sur leur évolution à partir du moment où ils rentrent dans le domaine de l'architecture.

L'étude des processus de conception des étudiants double diplômes et des doubles-diplômés pourrait permettre l'adaptation de conditions d'apprentissage, des conditions de travail :

- Optimiser les structures d'accueil (mode de représentation, approche du projet)
- Type de projets à privilégier ou non selon la formation du concepteur
- Intérêt ou non d'adapter la formation en fonction du cursus des élèves (approche du projet, matières enseignées)
- Optimiser leur évolution

Cela pourrait aussi permettre d'en apprendre plus sur ces nouveaux concepteurs :

- Faire des profils type de concepteur
- Impact de la pratique sur la façon de concevoir
- Faire se rendre compte aux étudiants/concepteurs de comment ils conçoivent pour qu'ils puissent choisir quelle technique/approche utilisée s'il le souhaite.

Durant cette partie on a présenté qui sont les étudiants suivant la double formation Ingénieur-Architecte, leur formation, leur histoire, leur place dans les écoles et dans la vie professionnelle. Pour continuer cette réflexion nous utiliserons l'architecturologie, un outil qui permet d'analyser la conception architecturale.

II. L'APPLICATION DE L'ARCHITECTUROLOGIE AU CORPUS

« L'architecture est le jeu savant et magnifique, de formes assemblées dans la lumière. » (Le Corbusier)

II.1. La conception architecturale

II.1.1. Qu'est-ce que la conception architecturale ?

Étymologiquement, « *La conception concerne la manipulation de concepts, c'est-à-dire la manipulation d'une représentation générale et abstraite d'un objet ou d'un ensemble d'objets.* » (Larousse, 2001)

S. Safin donne une définition de la conception préliminaire dans le domaine de l'architecture :

« L'ensemble des activités cognitives et graphiques d'un individu ou d'un groupe d'individus, visant la composition originale et créative des éléments principaux d'un bâtiment à édifier ou à rénover et sa validation géométrique initiale, prenant en compte de nombreuses contraintes techniques, esthétiques, fonctionnelles ou culturelles, dans le but d'aboutir à des premières représentations de ce bâtiment, qui serviront de base à l'affinement du concept, son optimisation et sa validation complète. » (2011)

Cette définition met bien en avant le caractère multi acteur, multi fonction et multi technique de la conception architecturale. C'est en effet un type de conception très complet qui permet donc d'avoir de la matière pour l'analyser. Pour approfondir l'explication de ce qu'est la conception architecturale on peut dire qu'elle est souvent située entre l'art et la science. L. Couton précise d'ailleurs que c'est notamment cette double facette de la conception qui la rend complexe, intéressant et unique.

Dans sa thèse sur les enjeux de la question constructive dans le processus de conception architecturale des architectes-constructeur, il explique le modèle spiralé de John Zeisel qui tend à représenter le fonctionnement chronologique du processus de conception. Il résume le principe mis en schéma par John Zeisel par trois activités élémentaires qui sont : concevoir une image ; la présenter ; la mettre à l'épreuve. On répète les trois opérations jusqu'à atteindre une solution acceptable (représentée par le cylindre au centre de la spirale).

Cette spirale de John Zeisel met aussi en avant le fait qu'un ensemble de solutions est envisageable pour chaque problème de conception. Cela rejoint les réflexions de L. Couton et de S. Safin qui précisent bien que la solution unique et parfaite n'existe pas. Chaque concepteur conçoit sa solution optimale, il existe autant de solutions que de concepteurs car les connaissances viennent nourrir les concepts et influencer le processus de conception, les modèles utilisés.

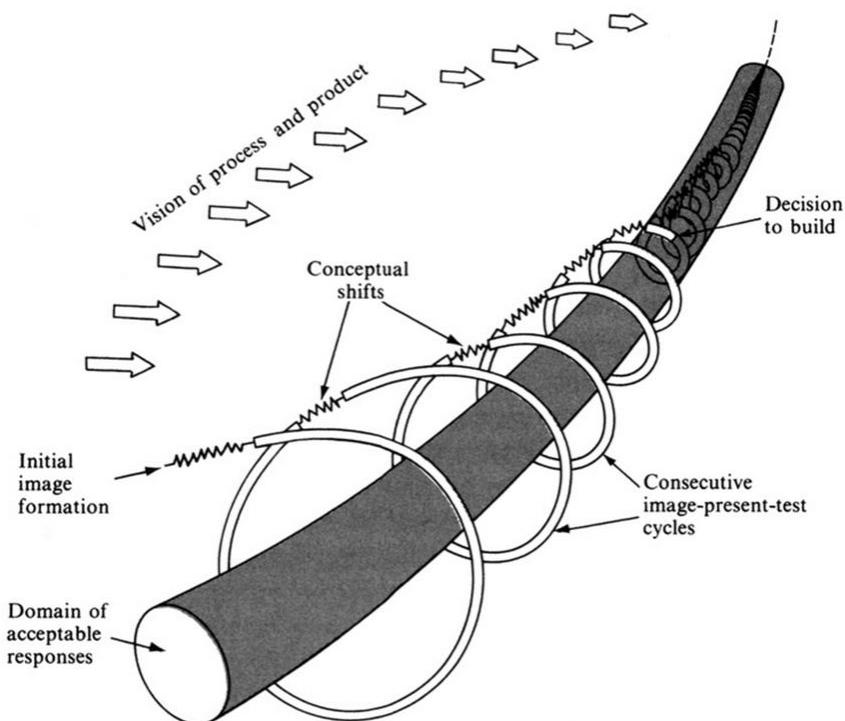


Figure 4. Schéma de la spirale de John Zeisel.

P. Boudon rappelle dans son essai d'épistémologie de l'architecture que l'architecte est avant tout un 'concepteur', de ce fait il partage avec les autres 'concepteurs' tel que le musicien, l'ingénieur, le designer, des problèmes communs mais aussi bien évidemment des enjeux qui leurs sont spécifiques. Cette réflexion vient rejoindre celle de S. Safin qui précise que ce qui distingue l'architecture des autres domaines de conception c'est qu'« *elle mobilise des notions telles que l'émotion, le fonctionnement et l'intégration.* » Cela la rend davantage personnel et plurielle en termes de solutions.

On peut aussi définir la conception selon le degré d'innovation ou de nouveauté. S. Safin regroupe trois types de conceptions différentes :

- Conception routinière (opération connue et maîtrisée),

- Conception créative (relativement familier, pas nécessaire d'inventer),
- Conception innovante (inventer des stratégies propres pour résoudre le problème).

L'architecture dépend des deux dernières. Elle n'est pas une répétition de problèmes identiques, chaque projet a ses propres données et caractéristiques, pour cela elle ne peut pas être routinière. Les projets qui nécessitent des innovations pour être réalisés appartiennent à la dernière catégorie. Une innovation peut être de l'ordre de la mise en œuvre sur chantier, d'un nouveau matériau, d'un nouveau système de pensée, etc. Les autres projets d'architecture ne présentant pas d'innovations sont liés à la conception créative par défaut.

Un point important de la conception architecturale est qu'elle est contrainte par de nombreux éléments. Déjà, le projet architectural est défini par un cahier des charges qui structure le processus de conception. Pendant la 1^{ère} étape de processus créatif du concepteur, les contraintes du cahier des charges permettent de délimiter un espace de conception. De plus, de nombreux acteurs rentrent en jeu, mais aussi des réglementations et les contraintes du contexte. De la même façon, on peut différencier deux catégories de contraintes selon S. Safin : les contraintes de validité et les contraintes de préférence. Les contraintes de validité si elles sont nécessaires à une bonne conception, les contraintes de préférence résultent quant à elles du choix du concepteur.

II.1.2. Cognition– Ingénieur et Architecte

Comme nous le rappelle I. Iordanova, durant la Renaissance les architectes étaient aussi ingénieurs, artistes et souvent bien plus. C'est avec l'apparition des traditions instaurées par les Beaux-Arts dans les écoles d'architecture que les connaissances techniques et constructives ne sont plus au centre de la formation.

La façon d'apprendre et de réfléchir à évoluée. I. Iordanova évoque la réflexion de Lubart (2003), pour lui, il est difficile de séparer la mémoire de l'apprentissage car en apprenant on modifie ce que l'on sait. En ayant moins de contenu technique pour les étudiants architectes ou moins de contenu artistique et sociologique pour les IA, la structure de leur mémoire va différer. Or, pendant l'élaboration du projet, les étudiants piochent dans leur mémoire, leurs connaissances, leurs références et leur approche de conception.

« Il est reconnu que la créativité dépend d'une combinaison interactive de facteurs cognitifs, conatifs, émotionnels et environnementaux. » (Lubart, 2003).

T. Lubart est un professeur de Psychologie à l'Université Paris Descartes ; ses recherches portent sur la créativité, notamment les différences individuelles, l'identification et le développement de la créativité chez l'enfant, ainsi que le processus créatif. De même que la mémoire est influencée par le passif d'un individu, la créativité dépend aussi de plusieurs facteurs notamment sa formation, son individualité et son environnement. On se pose ainsi la question de la conséquence de la formation sur les concepteurs et à quel point elle les influence.

II.1.3. Etude de la conception architecturale

I. Iordanova met en avant que ce qui est enseigné et étudié depuis la Renaissance est le résultat de l'activité de conception, c'est-à-dire la construction/le bâtiment, et non le processus de conception. Le meilleur endroit où étudier le processus de conception architecturale est le Projet d'architecture. Avec l'arrivée du modernisme, l'enseignement de l'architecture privilégie l'invention à l'imitation mais ne s'attache toujours pas aux processus de conception. C'est au XIXème siècle que le processus de conception est dissocié de l'objet final et de sa représentation.

S. Ben Rajeb explique que l'analyse de la verbalisation du processus de conception est intéressante et permet d'apporter des réponses sur la façon de concevoir des concepteurs. Il est important d'avoir une approche graphique et une approche verbale, à travers l'utilisation de la parole, pour échanger sur la conception d'un projet. Avec ces deux approches complémentaires, on peut utiliser au mieux l'architecturologie pour l'analyse. Pour lui, l'architecturologie « *vise à éclairer plus spécifiquement la complexité induite de la conception architecturale en termes d'activité et d'opérations cognitives de conception.* » (2013). C'est un véritable outil qui permet d'approcher la complexité des processus de conception.

Durant leurs études, les étudiants en école d'architecture étudient certains processus cognitifs chez les architectes connus et pris pour référence. Cette démarche les aide à comprendre comment concevoir et influence leur propre processus de conception. Prenons deux exemples pour illustrer le propos. En étudiant Le Corbusier, on apprend les cinq piliers de l'architecture selon lui qui sont : le plan libre, la façade libre, le pilotis, le toit-terrasse et la fenêtre en longueur. Avec Mies van der Rohe, on étudie l'utilisation de formes simples claires, des façades rideaux, du verre et de l'acier. Quand un concepteur appréhende un projet il fait appel à sa mémoire et peut, consciemment ou non, utiliser ce qu'on lui apprit comme étant des références fonctionnelles de qualité.

II.2. L'architecturologie

« *L'étude de la conception architecturale se trouve au carrefour de trois approches : sciences de la conception, psychologie cognitive et architecturologie.* » (D. Raynaud, *Le schème : opérateur de la conception architecturale*, 1999)

II.2.1. Principes de l'architecturologie

Les sciences cognitives sont utilisées pour étudier la conception architecturale. Ce qui différencie l'architecturologie c'est qu'elle permet d'étudier la conception architecturale d'un point de vue interne. Les autres sciences, elles, ne le peuvent que d'un point de vue externe, ce qui n'enlève rien à leur intérêt. Elle vient compléter un manque dans les outils à disposition pour l'étude de l'architecture.

Les recherches à propos de la conception architecturale viennent des réflexions anglosaxonnes comme celles de Herbert A. Simon, un économiste et sociologue américain du XXème siècle. Il a mis en avant que certains processus de pensées étaient spécifiques aux concepteurs, que ce soit un architecte, un ingénieur, un designer etc. Il explique notamment dans son livre « La science de la conception » (1974) que la conception architecturale n'est pas un domaine aboutissant à une solution optimale, en admettant qu'elle existe. Par conséquent, plusieurs solutions sous-optimales viennent répondre à une même problématique de conception dépendant de l'architecte et de ses choix. A partir de là, l'architecturologie explicitée par Boudon propose de s'intéresser aux changements d'états de l'édifice durant sa phase de conception.

L'architecturologie aborde la conception en tant que processus mental. Un projet peut se définir d'abord par un programme, une intention, qui est le point de départ du projet. De suite, un processus de conception démarre, qui comprend toutes les étapes entre le premier instant de connaissance du sujet et l'objet architectural final, construit ou non. Dans le cas de l'architecturologie, l'objet final n'est pas ce que l'on va étudier en tant que tel, ce qu'on étudie c'est la façon d'arriver jusqu'à lui. Etudier le passage d'une étape à une autre et non le résultat en tant que tel. Nous n'allons pas entrer dans tous les détails de l'architecturologie, pour autant nous allons expliciter ses principaux axes qui seront utilisés dans la réflexion de ce mémoire. Philippe Boudon, qui a développé l'architecturologie comme un outil d'analyse des activités de conception dans les années 1970, met en avant deux principes de base de l'architecturologie : Toute architecture est conçue et Toute architecture est mesurée. Cela veut dire que l'architecture est forcément issue d'un processus de conception non dénué de sens. L'architecturologie a été mise en place pour apporter une réponse à ces deux principes.

P. Boudon nous parle du philosophe Alain qui disait que « *L'architecture est l'art de rendre la grandeur sensible* », Paul Valéry disait quant à lui que tout change avec la grosseur, ce qui est vrai de ce n'est pas de na. C'est deux idées sont venues nourrir la réflexion de P. Boudon sur la mise en place de l'architecturologie et de son principe de base que toute architecture est mesurée.

Selon S. Ben Rajeb et P. Boudon bien sûr, l'architecturologie se base sur trois opérations élémentaires de conception : référenciation, découpage, dimensionnement. Pour mesurer l'architecture, les trois concepts suivants sont utilisés : la dimension qui est le support de la mesure ; la pertinence qui est la valeur de la mesure ; la référence qui est ce par rapport à quoi la mesure est donnée (voir Figure 5).

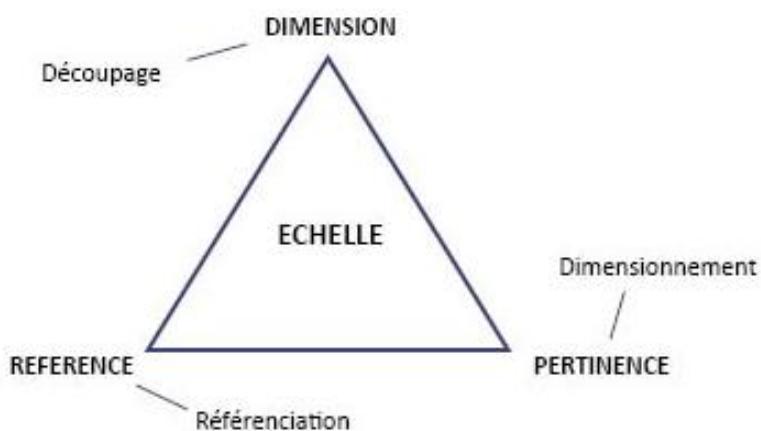


Figure 5. Tableau récapitulatif des établissements français proposant le double cursus Ingénieur-Architecte.

Il existe aussi 20 classes d'opérations appelées 'échelles' qui permettent de caractériser les intentions du concepteur, elles seront détaillées dans la partie suivante. Une échelle est aussi déterminée par 3 opérations constitutives : le découpage ou création d'entités qui est l'action de déterminer l'entité à mesurer ; le dimensionnement qui est l'action de mettre en relation le mesuré et le mesurant selon une pertinence, elle permet l'attribution de mesure ; la référenciation qui est l'action de choisir un point de vue à partir duquel opérer.

L'architecturologie travaille aussi avec des niveaux de conception. Un niveau de conception est la mise en rapport de niveaux d'approche (c'est-à-dire à partir desquels la conception se développe) avec des opérations de mesure.

« *Un niveau de conception résulte de la décision du concepteur de regrouper un ensemble de dimensions architecturologiques du projet dans un souci d'en faire l'objet d'une conception spécifique.* » (P. Boudon, *Sur l'espace architectural. Essai d'épistémologie de l'architecture*, 2003)

C'est un sous-espace de l'espace de conception, arbitraire ou à partir d'une pertinence. Un modèle comporte des mesures intentionnelles et des mesures induites. Ce qui nous intéresse n'est pas la linéarité temporelle que le processus de conception pourrait avoir mais le fait que le temps est générateur d'ordre. L'ordre des opérations n'est pas anodin et sans conséquences, il est significatif. Chaque choix donne des possibilités et ferme d'autres. C'est pour cette raison que la chronologie impacte la conception.

« *L'échelle est, par exemple, référence si je dis 'que je considère les choses à l'échelle de la France ou à l'échelle de l'Europe', [...] elle est dimension aussi si je compare la France au Lichtenstein, car il faut alors que cette comparaison s'effectue selon une dimension qui peut être la surface du territoire ou la quantité de population, [...] elle est pertinence car il serait stupide de rapporter le nombre de fenêtres d'un édifice aux nombre d'états des Etats-Unis en dehors de toute pertinence symbolique.* » ([9] P. Boudon, *Complexité de la conception architecturale : Conception et Représentation*, 2009)

Le jeu modèle/échelle est un principe de modélisation d'opérations de mesure de la conception architecturale. « *Ce jeu porte sur les dimensions du modèle, c'est-à-dire sur ce que le concepteur choisit comme mesurable dans le modèle et sur les mesures qu'il confère.* » P. Boudon. L'hypothèse théorique est que toute opération de conception est la forme M/E (Modèle/Echelle) : M1(E)->M2

II.2.2. Les échelles architecturologiques

« *Les diverses échelles architecturologiques sont autant de tels projecteurs, susceptibles de satisfaire à une complexification souhaitable.* » ([9] P. Boudon, *Complexité de la conception architecturale : Conception et Représentation*, 2009)

Les échelles architecturologiques sont des classes qui réunissent des opérations diverses renvoyant à une pertinence homogène. 20 échelles sont explicitées dans l'ouvrage 'Enseigner la conception architecturale. Cours d'architecturologie.' Nous allons les recenser et expliciter brièvement chacune d'entre elles. Chaque échelle est numérotée pour faciliter le repérage des échelles dans les expériences. L'ordre et la numérotation des échelles ne représente pas une quelconque importance. Chacune peut s'appliquer dans sa globalité, à l'échelle locale d'un élément ou en degré zéro. Le degré zéro correspond à une négation de l'échelle.

(01) Echelle technique -> Selon des considérations d'ordre technique pour choisir une mesure. Cela ne veut pas dire que chaque élément structurel relève forcément de l'échelle technique.

(02) Echelle fonctionnelle -> Choix d'une mesure selon l'utilisation, l'adaptation à un usage, la destination.

(03) Echelle symbolique dimensionnelle -> Associer le choix d'une grandeur à un contenu spirituel clairement identifiable. (exemple : l'idée de la puissance du divin peut se ressentir dans les hautes tours de la Sagrada familia à Barcelone)

(04) Echelle symbolique formelle -> Selon une forme symbolique. (exemple : le plan en croix dans une église)

(05) Echelle du voisinage -> En lien avec le voisinage, continuité spatiale.

(06) Echelle parcellaire -> Selon la taille, la forme et les limites formelles ou dimensionnelles du terrain.

(07) Echelle géographique -> Mesures selon l'orientation, la situation, le terrain, le climat, etc.

(08) Echelle de visibilité -> Situer un objet pour créer une vue sur un lieu ou que ce soit lui qui soit vu.

(09) Echelle optique -> Volonté de faire paraître une dimension/mesure selon le point de vue (au sens propre) (exemple : un cadre de fenêtre extérieure peut donner une impression de fenêtre plus grande qu'elle ne l'est réellement)

(10) Echelle socioculturelle -> Selon des conventions, des formes traditionnelles ou autres héritages socioculturels. (exemple : les immeubles haussmanniens ont des étages de différentes hauteurs sous plafond selon la classe sociale de ses habitants)

(11) Echelle modèle -> Selon un modèle antérieur. (pouvant être modifié)

(12) Echelle sémantique -> Effectuer des opérations selon des mots ou des expressions verbales. L'approche de cette échelle s'effectue davantage par la verbalisation du concepteur. L'usage de mots définissant des ordres de grandeur ou classant des éléments dans des cases pour « faire image » peuvent révéler un usage de l'échelle sémantique. (exemple : travail autour des ‘fenêtres en longueur’, caractérisation d'un espace de ‘ruelle’ ou de ‘rue’)

(13) Echelle d'extension -> Elle intègre la possibilité d'une extension, le temps est partie prenante du processus de conception.

(14) Echelle économique -> Selon le coût. La répétition peut ainsi relever d'une volonté d'économie de moyens et par conséquent de l'échelle économique, mais ce n'est pas systématique.

(15) Echelle géométrique -> Selon des considérations géométriques, volonté d'une pertinence géométrique. Le degré zéro de cette échelle reviendrait à ne se plier à aucune rationalité géométrique.

(16) Echelle cartographique -> Rapport d'une mesure dans l'espace de représentation à la mesure réelle qu'elle représente, trouver l'échelle cartographique qui permet de représenter au mieux ce que l'on veut montrer. (exemple : ne pas respecter l'échelle d'un plan pour certains éléments avec de les démarquer relève de l'échelle cartographique.)

(17) Echelle de représentation -> Lier le représentant au représenté, imagine l'espace représenté. (exemple : quand il y a des écarts entre l'objet à représenter et l'objet représenté)

(18) Echelle des niveaux de conception -> Découper l'espace de conception en sous-espaces de conception (exemple : concevoir le toit indépendamment des volumes intérieurs). Représenter le mobilier, l'urbanisme et l'architecte est un degré zéro de l'échelle des niveaux de conception.

(19) Echelle globale -> Utiliser de façon dominante, principale ou structurante une pertinence qui peut être le fait de l'une des différentes échelles.

(20) Echelle humaine -> Etablir une relation directe entre la forme et la taille et les dimensions du corps humain.

Après avoir recensé les 20 échelles architecturologiques nous allons présenter quelques particularités qui peuvent les différencier sur un projet.

Le principe d'échelle embrayante et non embrayante a aussi son importance. Cette visée particulière du réel est nommée l'embrayage. L'espace réel est référence obligée et finalité. Il doit être pris en compte dans la conception. Une échelle qui n'articule pas espace de conception et espace réel est une échelle non embrayant.

Une échelle peut être dominante si « *elle donne sa coloration à l'ensemble des pertinences en jeu ; elle peut caractériser un objet, une époque, etc. Elle a valeur d'explication globale* » (P. Boudon, 2003).

Une échelle peut aussi être principale si elle apparaît régulièrement dans le processus de conception mais sans conséquence importante.

Une échelle peut être structurante si elle ordonne le système de pertinences du processus de conception.

Les ouvrages sur l'architecturologie par P. Boudon permettent d'approfondir toutes les subtilités de cette théorie. Le lecteur est invité à s'y référer s'il veut en apprendre davantage sur l'architecturologie en général.

II.2.3. L'architecturologie associée à l'expérimentation

Pour répondre à la problématique et aux hypothèses, ce mémoire se basera uniquement sur l'utilisation de l'architecturologie pour interpréter les données recueillies par les expériences. La grille architecturologique est utilisée pour l'analyse du discours et de la représentation, c'est-à-dire pour analyser les paroles du concepteur qui explique son projet de conception ainsi que ses croquis jusqu'au rendu final.

P. Boudon et P. Deshayes résume les principes de l'architecturologie appliqués à l'expérimentation. Dans l'architecturologie on part des principes suivants :

- L'espace architectural est mesuré
- Pas de mesure possible sans pertinence
- Proportion et échelle s'impliquent mutuellement

« Une liaison peut être établie entre pratique et pertinence : la pertinence de telle opération de mesure peut dépendre de telle ou telle pratique (architecte mais aussi ingénieur, militaire, touriste, etc.) Sans sortir du champ de l'architecture on peut poser comme différence première intéressante pour ce champ la différence de pratique entre architecte et non-architecte. Peut-on repérer des différences de pertinences relatives à la différence de pratique architecte/non-architecte ? » (P. Boudon. P. Deshayes, Expérience de l'architecturologie et architecture de l'expérimentation, 1985)

Il y aurait donc un lien entre la pratique et la pertinence, entre la formation et la pertinence. L'échelle des niveaux de conception, qui correspond au découpage de l'espace de conception en sous-espaces de conception, peut aussi être influencée par la pratique. Selon leur pratique et leur formation les concepteurs ne penseront pas aux mêmes niveaux de conception. De plus, la validité de l'expérience est souvent appuyée par la répétition en cherchant la généralisation. Certaines expériences permettent toutefois de démontrer des éléments singuliers d'un domaine. Comprendre les processus de conception permettrait de catégoriser des profils types de concepteur et d'identifier les singularités. Cela est possible par des expériences de natures différentes sur un échantillon de plusieurs dizaines voire centaines de concepteurs, d'où l'intérêt d'automatiser une méthode d'analyse. Ce point ne sera pas développé dans cette étude.

Le schéma de L. Vitalis présente l'étude de la conception architecturales à travers le prisme de l'architecturologie.

Formation des étudiants et processus de conception architecturale

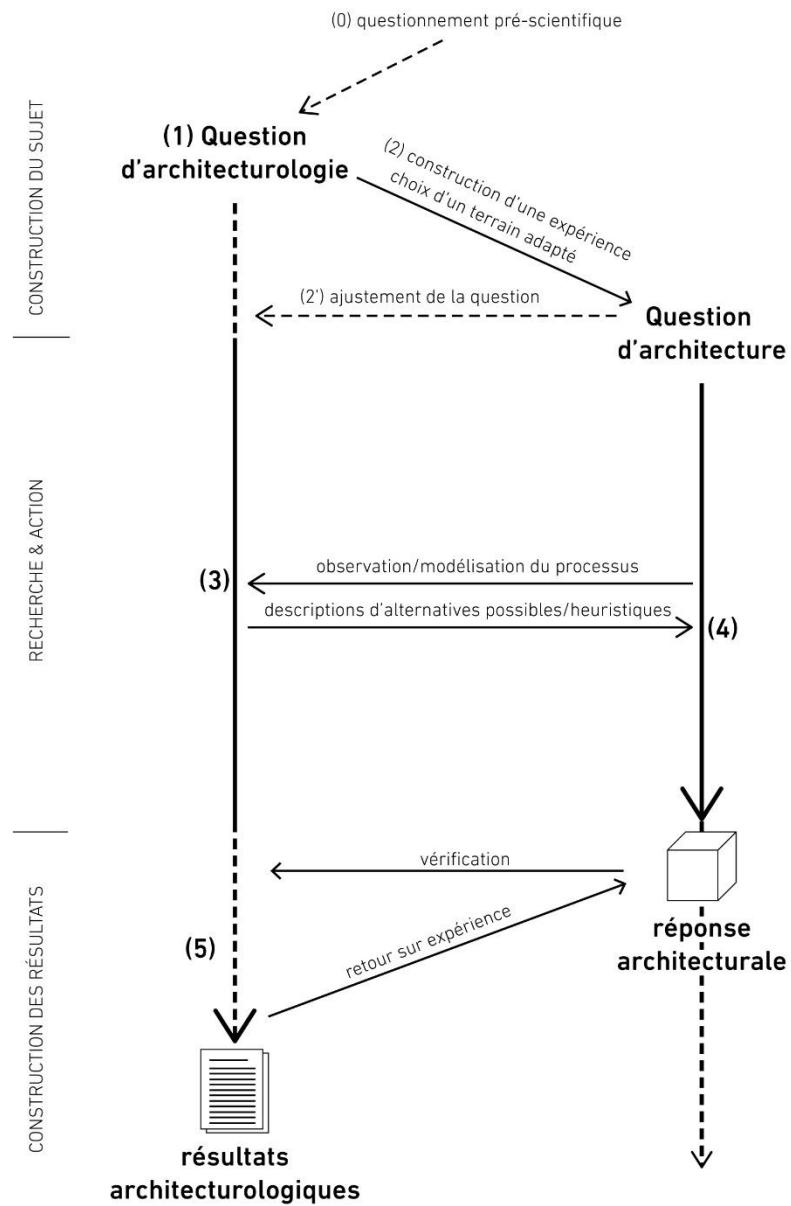


Figure 6. Schéma de Louis Vitalis.

II.2.4. Pour aller plus loin/limitation du modèle architecturologique

D. Raynaud va plus loin et parle du principe du schème. L'architecturologie se base sur l'observation ce qui peut entraîner certaines difficultés. Il faut que la réflexion de l'architecte soit extériorisée, s'il effectue les opérations dans sa tête en interne on ne peut pas y accéder et on ne peut donc pas les analyser. D'autre part, plusieurs opérations de conception peuvent être effectuées en même temps pour répondre à différentes pertinences, l'architecte n'étant pas sachant sur le sujet de l'architecturologie il peut ne pas s'en rendre compte ce qui entraîne une perte d'informations.

Comme dit précédemment, plusieurs solutions non optimales répondent à un même problème de conception architecturale. En utilisant les mêmes opérations on peut obtenir des résultats différents. Par exemple un sujet de visibilité sur un paysage peut être réglé par l'usage de baies vitrées mais quels types de baies vitrées ? Quelle épaisseur d'allège ? Quel type d'encadrement ? Quel type de pose ?

Comment les différencier dans ce cas-là ? C'est à partir de cette réflexion que Dominique Raynaud explique que le schème est un opérateur de la conception architecturale, il vient compléter les opérateurs de l'architecturologie dans les cas où ils ne sont pas suffisants. Quand un type d'opérande n'est pas réductible à la mesure nous sommes dans un 'modèle morphologique', dans ce cas on peut utiliser le schème pour analyser le processus de conception architecturale.

Le principe du schème est d'utiliser un verbe d'action comme opérateur comme 'élargir', 'couper' etc. En reprenant l'exemple de la baie vitrée, si le concepteur choisit de faire une pose en feuillure, le mot 'reculer' pourrait être utilisé. Cette piste d'analyse des processus de conception ne sera pas étudiée ici mais elle pourrait être envisagée pour aller plus loin dans la réflexion de ce mémoire.

Les 20 échelles architecturologiques prennent en compte tous les opérateurs, connus aujourd'hui, de la conception architecturale. On peut tout de même voir comme une limite dans la possibilité de caractériser chaque opération faite par le concepteur ce qui nous ramène à l'utilisation du schème qui permet d'apporter des précisions plus 'personnelles' à chaque processus de conception.

II.3. Recherche

II.3.1. Délimitation du sujet

Le but est d'étudier les processus de conception des étudiants suivant un double diplôme Ingénieur-Architecte et de ceux suivant un cursus simple d'Architecture pour savoir si on peut les catégoriser selon leur formation. L'analyse sera restreinte à des élèves en Master 1 d'Architecture à l'UPV de Valencia en Espagne pour le cursus simple et à des élèves suivant une double formation Ingénieur avec l'Ecole Spéciale des Travaux Publics (ESTP) et Architecture en M1 à l'Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Paris la Villette (ENSA-PLV). A l'ESTP les double diplômes Ingénieur-Architecte suivent les cours de la section Bâtiment de l'établissement. Pour rappel, au moment du Master 1 en Architecture ils ont fini la deuxième année de leur cursus ingénieur et ils ne leur restent plus qu'un semestre à effectuer en parallèle du M2 d'Architecture l'année suivante. Ces étudiants ont aussi effectué deux stages : un stage ouvrier d'au moins 8 semaines et un stage en bureau d'étude ou en conduction de travaux sur chantier d'au moins 9 semaines. C'est pendant leur Master 1 que les étudiants choisissent d'effectuer leur mobilité internationale obligatoire pour une durée d'un ou deux semestres. Les étudiants en cursus simple architecture sont espagnols et suivent les cours en Master 1 à l'Université Polytechnique de Valencia (UPV) en Espagne. Les élèves de la faculté d'Architecture de l'UPV ont des cours similaires aux étudiants de l'ENSA-PLV (France) avec des cours d'art, de sociologie, de théorie, de construction, etc. La formation Ingénieur en génie civil constitue une faculté à part entière. On considérera donc que ces élèves qui ont suivis tout leur cursus dans cette faculté sont les simples cursus architecture de l'étude, c'est-à-dire qu'ils sont équivalents aux élèves simple cursus architecture de l'ENSA-PLV. Nous préciserons que nous ne nous intéressons qu'aux élèves ayant une formation purement d'architecture, c'est-à-dire n'ayant ni subi de réorientation après le baccalauréat ni obtenu un diplôme précédemment à leur entrée en école d'architecture comme une licence en art, en design ou en architecture intérieure.

Les processus de conception des étudiants seront étudiés à partir des projets qu'ils ont effectué durant leur année de Master 1 pendant le cours de 'Projet architectural'. Aucun projet d'année antérieure ou conçu durant un autre cours ne sera abordé.

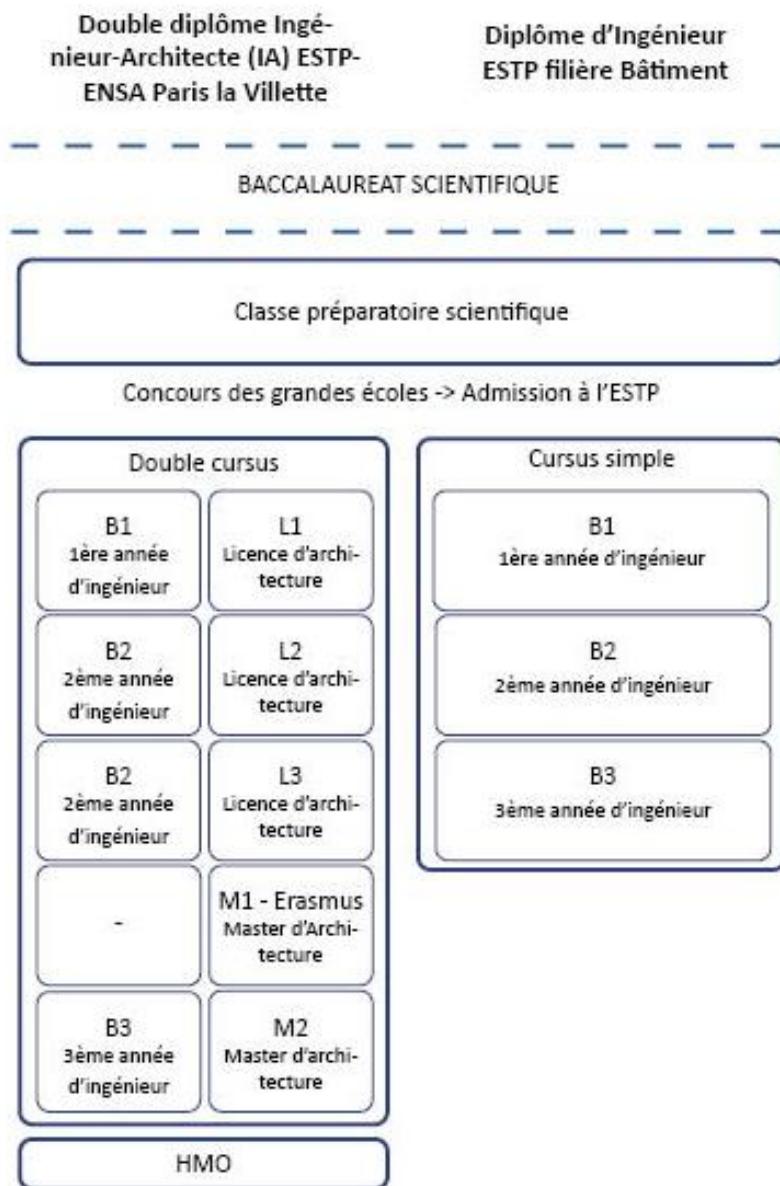


Figure 7. Comparaison du cursus Ingénieur-Architecte à l'ESTP et l'ENSA-PLV et du cursus Bâtiment de l'ESTP.

II.3.2. Entretiens

« La transposition d'une idée sous forme textuelle permet un traitement collectif d'une part, et d'autre part l'application des raisonnements complexes via la pensée réflexive. L'externalisation de la pensée est donc un processus essentiel de la construction du savoir. » (S. Safin, Processus d'externalisation graphique dans les activités cognitives complexes : le cas de l'esquisse numérique en conception architecturale individuelle et collective, 2011)

Pour étudier la verbalisation du projet architectural par les étudiants, nous les avons interviewés. Durant l'interview les étudiants sont enregistrés, les entretiens sont ensuite retranscrits puis analysés à travers le prisme de l'architecturologie. L'entretien démarre avec l'explication rapide de la recherche, une phrase directive leur demandant d'expliquer chronologiquement comment ils sont arrivés à cette solution finale. L'entretien est effectué avec des représentations graphiques comme support, des schémas, dessins, plans, coupes, etc. Ces représentations graphiques représentent à la fois l'évolution du projet et sa finalité. Après cette introduction l'étudiant parle librement de son projet en autonomie. La deuxième phase de l'entretien se passe par un échange de questions/réponses pour que l'étudiant concepteur du projet verbalise au maximum son processus de conception. Les questions sont personnelles et en lien direct avec le déroulé de la première partie de l'entretien. Quatre étudiants double cursus et cinq étudiants cursus simple architecture ont été interrogés. Ces entretiens se développent sur trois cours de projets différents qui seront développés davantage dans la partie suivante.

Type de cursus	Identifiant de l'étudiant	Type de projet	Temps de l'entretien
Double cursus IA	A	Musée	13 min
	O	Exposition	10 min
	U	Mixte	25 min
<hr/>			
Simple cursus Archi	J	Musée	20 min
	K	Musée	12 min
	L	Exposition	12 min
	M	Mixte	13 min

Figure 8. Tableau récapitulatif des entretiens.

II.3.3. Documents graphiques

Comme dit précédemment les entretiens ainsi que les documents graphiques sont basés sur trois projets avec des contraintes et des programmes différents.

- ‘Musée’ : un projet de musée au niveau d’un lac à Albufera en Espagne. Le programme était de construire un musée de peintures abstraites de taille moyenne.
- ‘Exposition’ : un projet de salle d’exposition sensible au milieu de la montagne au niveau du Desierto de las Palmas près de Benicàssim en Espagne. Dans un lieu marqué par l’histoire et l’environnement. Le programme était de concevoir une salle d’exposition de quelques peintures en travaillant la luminosité, le chemin, la matérialité, les sensations.
- ‘Mixte’ : un projet de bureaux, marché, cafétéria en milieu urbain contraint. La parcelle du projet se situe dans une ville de 6000 habitants en Espagne, Jijona. C’est une parcelle longiligne qui regroupe des contraintes d’accès, de vues, de pente.

Les documents graphiques étudiés sont des documents finaux, quelques croquis et rendus intermédiaires.

II.3.4. Restrictions

Pour cette recherche, certaines variables ne seront pas prises en compte dans l’analyse du processus de conception. Comme dit précédemment, les étudiants qui ont été interviewés sont des élèves en M1 n’ayant pas suivis de formation antérieure à celle d’Architecture ou à celle d’Ingénieur-Architecte. Cela n’empêche pas qu’ils ont une vie personnelle qui leur est propre. Leur entourage, l’environnement dans lequel ils ont évolué, leurs centres d’intérêts, etc., diffèrent pour chacun. Or nous savons que tous ces paramètres influent sur la mémoire, l’approche du projet, la réflexion et donc par conséquence le processus de conception appliquée à la conception architecturale.

Le processus de conception architecturale fait aussi appel à la créativité du concepteur. La notion de créativité est dure à analyser et observer. Nous ne la prendrons donc pas en compte ici.

II.4. Hypothèses

II.4.1. Divergences dans les échelles utilisées

La première hypothèse de cette recherche est que les étudiants double cursus et les étudiants simple cursus n'utilisent pas exactement les mêmes échelles architecturologiques et pas dans la même quantité. L'objectif est de voir si leurs processus de conception sont similaires ou divergents. L'utilisation des échelles dépend également du type de projet, du programme et des contraintes.

II.4.2. Divergences dans l'échelle dominante, principale, embrayante, structurante

Après avoir nommé et explicité les 20 échelles architecturologiques qui existent, nous avons évoqué que chacune d'entre elle pouvait être dominante, principale, embrayante ou structurante. Une échelle ayant une place particulière dans le processus de conception va influencer tout le processus. L'hypothèse que nous voulons vérifier consiste à savoir s'il y a des divergences dans les échelles dominante, principale, embrayante ou structurante entre les étudiants IA et les étudiants simple cursus architecte.

L'échelle embrayante est celle par laquelle le concepteur va entrer dans le projet. Elle dépend particulièrement du type de projet et de la localisation. Nous pouvons supposer, pour des raisons évidentes, que ce sera majoritairement l'échelle parcellaire, l'échelle de voisinage ou l'échelle fonctionnelle qui seront embrayantes. L'échelle principale est celle qui est la plus utilisée durant la conception. L'échelle structurante est celle qui va influencer le plus le projet. Ces deux types d'échelles sont celles que nous regarderons le plus attentivement.

II.4.3. Divergences dans la chronologie des échelles

P. Boudon et P. Deshayes mettent en avant le fait que l'ordre d'utilisation des échelles architecturologiques à son importance dans le processus de conception. Nous savons aussi que les Ingénieurs et les Architectes ont des approches différentes de conception. Nous partirons donc sur l'hypothèse que les étudiants Ingénieur-Architecte et les étudiants en cursus simple Architecture ont des divergences dans la chronologie des échelles utilisées durant le processus de conception d'un projet architectural. Pour notre analyse nous ne regarderons que les trois premières échelles utilisées. Il serait intéressant de pouvoir faire une étude complète et détaillé sur ce sujet dans une autre recherche.

II.4.4. Divergences dans le rapport à la représentation

P. Boudon et P. Deshayes évoque une expérience liant représentation et formation. « *Une ‘expérience’ a consisté [...] à demander dans une école d’architecture aux étudiants de ‘dessiner l’école’ (consigne volontairement sibylline) : manifestement (bien qu’il soit agi d’un expérience ‘bricolée’) les plus jeunes étudiants ont dessiné l’école en perspective, les plus âgés donc ‘formés’ ont dessiné l’école en plan. On pourrait donc imaginer de mettre en évidence des différences de représentations de l’espace relatives au développement de compétences acquises dans l’enseignement.* » ([2] P. Boudon, P. Deshayes, *Expérience de l’architecturologie et architecture de l’expérimentation* (1985)

De même pour S. Safin, il y a aussi une importance des ‘représentations externes’ : dessin, plan, schéma, dans le processus de conception. Ces dernières permettraient d’augmenter l’efficacité et la qualité des activités cognitives puisqu’elles contribuent à : alléger la charge mentale, structurer le comportement, matérialiser l’information et étendre la cognition. Les représentations externes n’évoluent pas dans le temps, elles sont fixes. Elles permettent donc de poser sur papier une idée et de l’avoir à porter de main sans encombrer le cerveau avec. Elles aident aussi à voir d’où on est parti et de se rappeler les raisons de choix qui ont été effectués. Elles favorisent les opératives complexes qui seraient très difficiles à faire autrement. Pour finir elles permettent aussi d’étendre les capacités cognitives en générant de nouvelles idées suite à l’externalisation d’un modèle.

La façon de représenter une information ou un objet va conditionner le comportement de l’utilisateur. Le sens de dessin d’une porte nous invite à la pousser ou à la tirer, si le dessin et l’usage ne sont pas coordonnés il y a une confusion. Cela en fait un réel outil de cognition.

De plus les représentations externes nécessitent un apprentissage. Il n’est pas inné de faire un plan clair, net et précis, de réussir à lire les représentations graphiques d’autres concepteurs, de savoir quoi représenter et comment à chaque échelle. Pour ce fait on fait l’hypothèse que les étudiants Ingénieur-Architecte et les étudiants en cursus simple Architecture ont des divergences dans le rapport à la représentation.

III. ANALYSE DE RECHERCHE

III.1. Explication du déroulé de l'analyse

La première étape a été de récupérer les documents graphiques des étudiants interviewés et de retranscrire les entretiens. Certains entretiens étaient en anglais ou en espagnol, ils ont été traduits en bonne qualité à partir de site de traduction comme Deepl, de dictionnaire avec Linguee et l'aide d'étudiants bilingues français-anglais ou français-espagnol. Nous prendrons en compte que les traductions sont parfaitement fonctionnelles.

Ensuite les retranscriptions sont analysées pour annoter la présence des échelles architecturologiques. Le même principe est appliqué pour l'étude des documents graphiques.

Les résultats de l'analyse des entretiens sont récapitulés dans un tableau, la chronologie des échelles est effectuée dans le même temps. Les documents graphiques donnent des données sur le rapport des élèves à la représentation graphique et viennent aider à la définition des échelles embrayantes, structurantes et dominantes du projet.

Par comparaison entre les entretiens et les documents graphiques nous pouvons remarquer quelles intentions sont plus visibles sur l'un ou l'autre.

Les tableaux de résultats des échelles embrayantes, structurantes et dominantes sont effectués et la conclusion sur le rapport à la représentation graphiques aussi.

On rappelle par le tableau ci-dessous (Figure 10) quelle numérotation est associée à chacune des 20 échelles architecturologiques.

Tous les entretiens, avec le repérage des échelles architecturologiques ainsi qu'une partie représentative des documents graphiques, sont présents en Annexe 1.

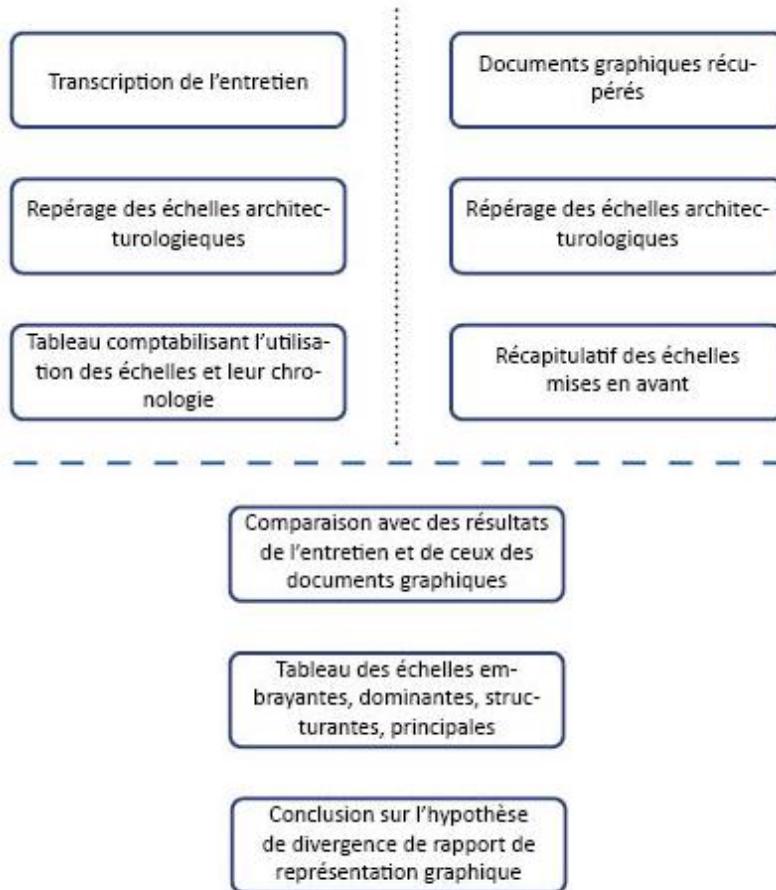


Figure 9. Déroulé de l'analyse.

Echelles Architecturologiques	
1	Echelle Technique
2	Echelle Fonctionnelle
3	Echelle Symbolique dimensionnelle
4	Echelle Symbolique formelle
5	Echelle du Voisinage
6	Echelle Parcellaire
7	Echelle Géographique
8	Echelle de Visibilité
9	Echelle Optique
10	Echelle Socioculturelle
11	Echelle Modèle
12	Echelle Sémantique
13	Echelle d'Extension
14	Echelle Economique
15	Echelle Géométrique
16	Echelle Cartographique
17	Echelle de Représentation
18	Echelle des Niveaux de conception
19	Echelle Globale
20	Echelle Humaine

Figure 10. Tableau des échelles architecturologiques.

III.2. Résultats

III.2.1. Les échelles architecturologiques utilisées

Le tableau ci-contre (Figure 11) présente l'utilisation des échelles architecturologiques repérées dans les retranscriptions des entretiens. Nous pouvons remarquer en rouge les deux échelles les plus utilisées pour chaque étudiant et en vert les différences flagrantes entre les étudiants double cursus et ceux simple cursus.

Pour commencer on peut remarquer qu'en moyenne les étudiants simple cursus utilisent plus d'échelles différentes que les étudiants doubles cursus. L'utilisation de différentes échelles n'a pas de lien ni avec le nombre total d'utilisation d'échelles ni avec le temps de l'entretien.

Ensuite on peut noter qu'indépendamment de leur formation, l'échelle fonctionnelle et l'échelle de visibilité sont les plus utilisées. Ce fait est aussi remarqué par l'analyse des documents graphiques (voir Annexe 1).

Certaines différences sont à mettre en avant. L'échelle technique a été utilisée pour tous les étudiants simple cursus et aucun étudiant double cursus. L'échelle sémantique par tous les étudiants simple cursus contre un seul double cursus. L'échelle humaine par trois étudiants simple cursus et aucun double cursus. Pour finir l'échelle des niveaux de conception a été mise en avant seulement chez un élève simple cursus, sur le projet 'Musée'. Ces résultats viennent bien appuyer que les simples cursus ont utilisés davantage d'échelles différentes que les étudiants double cursus.

Une remarque globale sur le fait que plusieurs échelles n'ont pas été trouvées dans les entretiens : échelle d'extension, échelle économique, échelle cartographique, échelle de représentation, échelle globale. Le côté économique n'a pas été mis en avant dans les consignes des projets, cela explique l'absence de l'utilisation de cette échelle. L'échelle de représentation a été repérée dans l'étude des documents graphiques, ce point sera développé dans la partie III.2.5. L'échelle globale est assez délicate à mettre en avant si elle relève d'une pertinence, notre réflexion se basant principalement sur les échelles architecturologiques nous avons privilégié l'étude des échelles embrayante, structurante, principale et dominante.

		Double cursus			Simple cursus			
IDENTIFIANT ETUDIANT		A	O	U	J	K	L	M
n°	ECHELLE ARCHITECTUROLOGIQUE							
1	Echelle Technique	0	0	0	3	2	1	1
2	Echelle Fonctionnelle	13	4	5	9	8	9	5
3	Echelle Symbolique dimensionnelle	0	1	0	0	0	2	0
4	Echelle Symbolique formelle	0	0	1	0	0	1	0
5	Echelle du Voisinage	0	3	3	6	2	3	1
6	Echelle Parcellaire	2	6	6	1	0	3	4
7	Echelle Géographique	3	1	3	1	4	4	0
8	Echelle de Visibilité	15	5	2	7	7	11	3
9	Echelle Optique	0	1	0	3	1	0	0
10	Echelle Socioculturelle	0	0	0	0	0	0	1
11	Echelle Modèle	1	0	5	0	3	1	3
12	Echelle Sémantique	0	0	1	1	2	5	1
13	Echelle d'Extension	0	0	0	0	0	0	0
14	Echelle Economique	0	0	0	0	0	0	0
15	Echelle Géométrique	4	4	0	1	3	1	4
16	Echelle Cartographique	0	0	0	0	0	0	0
17	Echelle de Représentation	0	0	0	0	0	0	0
18	Echelle des Niveaux de conception	0	0	0	0	1	0	0
19	Echelle Globale	0	0	0	0	0	0	0
20	Echelle Humaine	0	0	0	0	2	1	1
	Nbre total	38	25	26	32	35	42	24
	Nbre d'échelle différente	6	8	8	9	11	12	9

Figure 11. Repérage des échelles architecturologiques dans les entretiens selon la formation.

III.2.2. Selon le type de projet

Le tableau ci-contre (Figure 12) est identique au tableau précédent mais il regroupe les étudiants par projet. Pour rappel les étudiant A, O, U (les voyelles) sont les doubles cursus et les étudiants J, K, L, M (les consonnes) sont les simples cursus.

Pour le projet ‘Musée’, les échelles les plus utilisées sont l’échelle fonctionnelle et l’échelle de visibilité pour tous les étudiants. Par contre l’étudiant A double cursus les a utilisées très majoritairement et bien plus que les étudiants J et K simple cursus. Nous pouvons remarquer que quatre échelles ; échelle technique, échelle du voisinage, échelle optique, échelle sémantique ; ont été utilisés par les deux étudiants J et K en opposition à A.

Pour le projet ‘Exposition’, les étudiants O et L ont une échelle majoritaire en commun : échelle de visibilité. Nous pouvons aussi mettre en avant la présence non négligeable de l’échelle sémantique chez l’étudiant simple cursus L contrairement à l’étudiant O qui ne l’a pas utilisé.

Pour le projet ‘Mixte’, les deux étudiants U et M ont trois échelles majoritaires dont deux en commun : échelle parcellaire et échelle fonctionnelle. L’échelle géométrique qui est majoritairement utilisé chez l’étudiant M ne l’est en aucun cas chez l’étudiant U.

		Musée			Exposition		Mixte		
IDENTIFIANT ETUDIANT		A	J	K	O	L	U	M	
n°	ECHELLE ARCHITECTUROLOGIQUE								
1	Echelle Technique	0	3	2	0	1	0	1	
2	Echelle Fonctionnelle	13	9	8	4	9	5	5	
3	Echelle Symbolique dimensionnelle	0	0	0	1	2	0	0	
4	Echelle Symbolique formelle	0	0	0	0	1	1	0	
5	Echelle du Voisinage	0	6	2	3	3	3	1	
6	Echelle Parcellaire	2	1	0	6	3	6	4	
7	Echelle Géographique	3	1	4	1	4	3	0	
8	Echelle de Visibilité	15	7	7	5	11	2	3	
9	Echelle Optique	0	3	1	1	0	0	0	
10	Echelle Socioculturelle	0	0	0	0	0	0	1	
11	Echelle Modèle	1	0	3	0	1	5	3	
12	Echelle Sémantique	0	1	2	0	5	1	1	
13	Echelle d'Extension	0	0	0	0	0	0	0	
14	Echelle Economique	0	0	0	0	0	0	0	
15	Echelle Géométrique	4	1	3	4	1	0	4	
16	Echelle Cartographique	0	0	0	0	0	0	0	
17	Echelle de Représentation	0	0	0	0	0	0	0	
18	Echelle des Niveaux de conception	0	0	1	0	0	0	0	
19	Echelle Globale	0	0	0	0	0	0	0	
20	Echelle Humaine	0	0	2	0	1	0	1	
		Nbre total	38	32	35	25	42	26	24
		Nbre d'échelle différente	6	9	11	8	12	8	9

Figure 12. Repérage des échelles architecturologiques dans les entretiens selon le type de projet.

III.2.3. Chronologie des échelles

100% des élèves doubles cursus (A, O, U) ont l'échelle parcellaire comme première échelle ainsi que l'échelle fonctionnelle dans les trois premières. L'échelle de voisinage est présente chez 50% des simples cursus (J, K, L, M) à la première place, elle n'est pas présente ni chez les étudiants A, O, U ni dans les trois premières chez les autres étudiants simple cursus (Figure 13). Les échelles les plus présentes chez tous les étudiants sont :

1^{ère} place : échelle parcellaire (5/7)

2^{ème} place : échelle fonctionnelle (3/7)

3^{ème} place : échelle fonctionnelle (3/7)

III.2.4. Echelles embrayante, dominante, principale, structurante

Les élèves simple cursus (J, K, L, M) ont majoritairement l'échelle fonctionnelle comme échelle principale. L'échelle dominante est plus souvent structurante chez les étudiants double cursus (A, O, U) à 66% contre 25% chez les simples cursus. L'échelle embrayante a des résultats identiques qu'à la première échelle chronologique. 100% des élèves double cursus ont l'échelle parcellaire comme échelle embrayante contre 50% de simples cursus.

L'étudiant A a utilisé les échelles fonctionnelle et de visibilité pour faire évoluer son projet malgré la place forte de la géométrie qui est au service du programme. L'étudiant O a pris l'échelle de visibilité comme échelle dominante et structurante de son projet. L'échelle géométrique est principale par sa place omniprésente dans la conception du projet. C'est deux échelles ont été actrices de l'évolution du projet. Ce sont les échelles parcellaire et de modèle qui ont marqué l'évolution du projet de l'étudiant U.

L'étudiant J avait une idée forte basé sur la visite du terrain qui a structuré son projet. C'est notamment avec l'échelle fonctionnelle et de l'échelle de visibilité que le projet a évolué dans le temps, tout en gardant l'idée de base très présente. L'étudiant K n'a pas particulièrement d'échelles qui ont structuré ou dominé son projet. L'étudiant L avait une idée claire et forte dès le début, l'embrayage s'est effectué par l'échelle du voisinage puis l'échelle fonctionnelle est venu structurer toute l'organisation du projet. L'échelle de visibilité est présente à tout endroit comme nous pouvons le remarquer sur les documents graphiques (voir Annexe 1). L'étudiant M a aussi eu une idée notamment géométrique qui a structuré tout son projet, la place des formes est présente partout et a structuré chaque évolution du projet pour le rendre plus 'extrême' dans ce sens.

CHRONOLOGIE DES ECHELLES UTILISEES			
	1ère échelle	2ème échelle	3ème échelle
IDENTIFIANT ETUDIANT			
A	parcellaire (06)	fonctionnelle (02)	géométrique (15)
O	parcellaire (06)	visibilité (08)	fonctionnelle (02)
U	parcellaire (06)	fonctionnelle (02)	modèle (11)
J	voisinage (05)	visibilité (08)	fonctionnelle (02)
K	parcellaire (06)	géométrique (15)	visibilité (08)
L	voisinage (05)	fonctionnelle (02)	visibilité (08)
M	parcellaire (06)	géométrique (15)	fonctionnelle (02)

Figure 13. Chronologie des échelles architecturologiques.

	Echelle embrayante	Echelle dominante	Echelle structurante	Echelle principale
IDENTIFIANT ETUDIANT				
A	parcellaire (06)	fonctionnelle (02)	fonctionnelle (02)	visibilité (08)
O	parcellaire (06)	visibilité (08)	visibilité (08)	géométrique (15)
U	parcellaire (06)	x	parcellaire (06)	modèle (11)
J	voisinage (05)	visibilité (08)	voisinage (05)	fonctionnelle (02)
K	parcellaire (06)	x	x	fonctionnelle (02)
L	voisinage (05)	visibilité (08)	sémantique (12) + fonctionnelle (02)	visibilité (08)
M	parcellaire (06)	géométrique (15)	géométrique (15)	géométrique (15)

Figure 14. Tableau des échelles embrayante, dominante, structurante, principale.

III.2.5. Représentation graphique

L'étudiant A met en avant les échelles de visibilité, fonctionnelle, géométrique, technique et parcellaire dans ses documents graphiques. L'échelle géométrique vient répondre aux usages et par conséquent à l'échelle fonctionnelle. La présence de l'espace tampon explicité dans l'entretien est une conséquence des échelles fonctionnelle et géographique de par l'orientation est-ouest du bâtiment.

L'étudiant O montre beaucoup plus l'impact de l'échelle géométrique sur son projet à travers les documents graphiques. La forme triangulaire du terrain est rappelée dans le pavillon. Ce dernier a tendance à servir l'échelle fonctionnelle et l'échelle parcellaire qui induisent une descente de niveaux en rapport avec les trois marches du terrain.

Les échelles les plus présentes dans le travail de l'étudiant U sont les échelles parcellaire, fonctionnelle et de modèle. La forme des bâtiments ainsi que le retrait local au mur existant sont bien visibles.

L'étudiant J met en avant l'usage de l'échelle visibilité dans les 3D et les plans. On voit bien la référence aux poteaux des oiseaux (échelle de voisinage) dans les coupes également. Les croquis montrent que la réflexion sur les échelles de voisinage et de visibilité ont été prépondérante dans l'évolution du projet. L'usage du parcellaire et du fonctionnelle sont assez visibles aussi. La présence de tous ces bonhommes qui meublent tous les documents rappelle l'usage de l'échelle humaine dans la conception architecturale.

Une remarque est que l'étudiant K n'a pas fait de coupe pour réfléchir à son projet, il a réfléchi en forme géométrique en 3D. La tour qui est décrite comme spectaculaire dans l'entretien n'en ait rien dans les documents graphiques. En façade elle ne démarque pas spécialement et sans coupe on ne s'en rend pas compte non plus. Nous pouvons bien remarquer l'échelle de niveaux de conception qui a été évoquée dans l'entretien. L'étudiant a conçu la toiture de l'espace d'exposition indépendamment du reste du bâtiment.

Les croquis de l'étudiant L montrent que les échelles géométrique et de visibilité ont marqué les intentions fortes du projet. C'est l'échelle fonctionnel qui a structuré le tout à travers les intentions de base. La représentation des plans est différente du rendu en 3D. Dans les deux cas l'atmosphère et la sensibilité à travers l'échelle sémantique est présente.

L'échelle la plus marquante sur tous les documents est l'échelle géométrique avant tout. Chaque document met en avant les intentions géométriques prépondérantes de la conception.

III.3. Synthèse

III.3.1. Réponses aux hypothèses posées

Nous avons pu vérifier qu'il y a des différences dans les échelles utilisées ainsi que dans leur quantité. Les élèves en double cursus Ingénieur-Architecte utilisent moins d'échelle différentes. Les échelles technique, sémantique et humaine sont presque uniquement utilisées par les élèves en simple cursus d'architecture. Le fait que les élèves en double cursus n'ont pas d'attrait particulier pour l'échelle technique va à l'encontre de l'idée de base.

L'impact du type de projet sur la chronologie des échelles est moins prépondérant que prévu. Les échelles qui sont présentes dans les trois premières échelles de la chronologie sont majoritairement celles qui auront le plus d'influence dans le projet.

Les échelles embrayantes sont, sans surprise, majoritairement l'échelle parcellaire puis l'échelle de voisinage. Nous pouvons tout de même noter que tous les étudiants double cursus ont l'échelle parcellaire comme échelle embrayante.

Au niveau du rapport à la représentation, nous n'avons pas remarqué de différences particulières. Les mêmes types de documents sont présentés avec la même qualité. Néanmoins sur les projets 'Exposition' et 'Musée', les étudiants simple cursus architecte ont eu tendance à faire des rendus plus sensibles.

III.3.2. Critique de la méthode utilisée

La méthode utilisée a plusieurs défauts. Elle demande un suivi de la personne durant son processus de conception architecturale ce qui n'est pas pratique et difficilement réalisable. Les concepteurs peuvent concevoir à chaque instant, oublier des étapes de leur conception et perdre des documents graphiques ou les modifier.

Il est difficile de comparer des concepteurs sur des projets différents. Il serait intéressant de comparer un même sujet sur plusieurs projets pour vérifier si son approche dépend du type de projet par exemple.

Il n'a pas été facile de suivre le processus de conception des étudiants car ils ont tendance à ne pas tout communiquer, de plus cela prend énormément de temps. La récupération des documents graphiques a été assez périlleuse pour les mêmes raisons. Il faudrait avoir un système plus systématique pour avoir une bonne analyse de tout le processus de conception, du début à la fin.

III.3.3. Autres observations

Quatre entretiens prévus sur ces mêmes projets ont été annulés car les étudiants n'avaient plus le temps ou l'envie de participer à ce mémoire, deux n'ont pas été faits car les élèves ont abandonné le projet au cours du semestre. Il faudrait un échantillon d'étudiants beaucoup plus important pour avoir une analyse plus approfondie et plus intéressante.

CONCLUSION

Dans un premier temps nous avons présentés le cursus Ingénieur-Architecte, notamment en comparaison avec le cursus simple d'Architecture. Ensuite nous avons expliqué l'architecturologie, une théorie de l'architecture, qui nous a servi à analyser les processus de conception des étudiants. Le but était de chercher si la formation a un impact sur les processus de conception. En d'autres termes, si les processus de conception de l'étudiant suivant une formation Ingénieur-Architecte sont différents de celui qui suit une formation d'Architecte simple. L'échantillon des concepteurs étudiés s'élèvent à sept étudiants en Master 1 : quatre étudiants en cursus simple d'architecture et trois étudiants en cursus double Ingénieur-Architecte. Cet échantillon est trop faible pour conclure quelque chose de fiable. Il permet toutefois d'apporter une première approche et une première idée de résultat sur un domaine encore non étudié : l'étude des processus de conception architecturale des étudiants selon leur formation.

Nous avons fait des hypothèses : les étudiants double cursus et ceux simple cursus présenteront des divergences aux niveaux des échelles utilisées ; de leur chronologie ; des échelles embrayante, structurante, dominante ou principale ; de leur rapport à la représentation. Au final nous pouvons affirmer la première hypothèse en rajoutant que la quantité des échelles utilisées varient également. La deuxième et la troisième hypothèses restent en suspens. Il y a un manque de données pour savoir si ce qui donnent les divergences entre les individus dépend de leur formation ou du type de projet. Il faudrait davantage de projets analysés. Pour la dernière hypothèse, nous n'avons pas remarqué de différences flagrantes. Notons tout de même que les élèves en simple cursus architecte auraient tendance à faire des rendus plus sensibles en lien, notamment, avec l'échelle structurante de leur projet.

Pour aller plus loin, l'important serait de pouvoir systématiser l'analyse architecturologique textuelle et graphique pour pouvoir étudier plus efficacement des échantillons plus larges de. Pour cela il pourrait être intéressant de mettre en place plusieurs choses :

- Un système qui repère et comptabilise les mots et tournure de phrases associés à différents registres. Les registres seraient ensuite reliés aux différentes échelles architecturologiques. Cela permettrait d'avoir une première idée rapide de ce que pourrait être l'échelle principale ou structurante par exemple. Le même système permettrait d'avoir la chronologie des échelles architecturologiques utilisées.

- Pour l'étude des documents graphiques on pourrait utiliser un tableau regroupant les échelles architecturologiques avec pour chacune l'exemple-emblème, le degré zéro et l'effet local pour classer chaque élément des documents graphiques.
- Il serait intéressant de montrer l'évolution des idées à chaque étape du processus de conception architecturale à travers l'utilisation des échelles. Si un choix d'élément passe de l'utilisation de l'échelle du voisinage à l'échelle structurelle par exemple, ce serait bien de pouvoir l'identifier clairement.
- Donner un exercice rapide identique avec quelques variantes permettant d'observer leur adaptation à de nouvelles contraintes que ce soit de voisinage, de demandes du client, structurelle, etc.

Pour pousser la réflexion plus loin, la prise en compte de la créativité peut aussi être une piste à explorer. Avoir une chronologie complète et détaillée des échelles architecturologiques utilisées serait très appréciées également.

L'étude des processus de conception architecturale peut s'effectuer sur n'importe quel concepteur. Dans le cas où l'étude se porterait sur des étudiants il serait intéressant de travailler sur une même classe composée de différents profils de formation. De cette façon on a les avancées des élèves chaque semaine sur un sujet commun et maîtrisé. Pour une étude encore plus complète il faudrait que les étudiants mettent à disposition leur croquis de réflexion.

BIBLIOGRAPHIE DES TEXTES

- A. de Botton. (2009). « L'architecture du bonheur ». Edition Lgf.
- A. Hatchuel. (2006). Article. *Quelle analytique de la conception ? Parure et pointe en Design.* « Le Design. Essais sur des théories et des pratiques ». Institut Français de la Mode. Paris.
- D. Raynaud. (1999). Article. *Le schème : opérateur de la conception architecturale.* « Revue de l'Association pour la Recherche sur les sciences de la Cognition (ARCo). Intellectica.
- H. A. Simon. (1974). « La science des systèmes, science de l'artificial ». Edition EPI. Traduction du libre The science of the artificial (1969).
- H. Vacher. (2005). Article. *L'École spéciale des travaux publics et le projet de l'ingénieur-architecte au début du XXe siècle, 1901-1939.* « Formation au travail, enseignement technique et apprentissage ». Actes du 127e Congrès national des sociétés historiques et scientifiques.
- I. Iordanova. (2008). Thèse de doctorat en philosophie. *Assistance de l'enseignement de la conception architecturale par la modélisation de savoir-faire des référents.* <http://hdl.handle.net/1866/2798>
- J. Zeisel, John P. Eberhard. (2006) Réédition de 1981. "Inquiry by Design. Environment/Behavior/Neuroscience in Architecture, Interiors, Landscape and Planning". Edition W.W. Norton & Company.
- L. Couton. (2014). Thèse de doctorat en architecture. *Les enjeux de la question constructive dans le processus de conception architecturale des architectes-constructeurs.* Architecture, aménagement de l'espace. Université Paris-Est. Français. (NNT : 2014PEST1012). (tel-02405775)
- L. Vitalis, F. Guéna. (2020). Article. *Considérations formelles sur la relation recherche-projet en architecture dans le contexte des interrogations sur la recherche.* <https://doi.org/10.4000/craup.3201>

- N. Bonnardel. (2009). *Activités de conception et créativité : de l'analyse des facteurs cognitifs à l'assistance aux activités de conception créatives.* « Le travail humain ». (Vol. 72), pages 5 à 22.
- P. Deshayes. (2000). Article. *Notes autour de sept figures de pensée & d'action de l'ingénieur et de l'architecte.*
- P. Boudon, P. Deshayes, F. Pousin, F. Schatz. (2001). « Enseigner la conception architecturale, cours d'architecturologie ». Editions La Villette.
- P. Boudon, P. Deshayes. (1985). « Expérience de l'architecturologie et architecture de l'expérimentation ». <https://hal.science/hal-01890970/document>
- P. Boudon. (2003). « Sur l'espace architectural. Essai d'épistémologie de l'architecture ». Editions Parenthèses.
- P. Boudon. (2009). Article. « Complexité de la conception architecturale : Conception et Représentation ». Synergies Monde n°6. p 105-110. <https://gerflint.fr/Base/Monde6/boudon.pdf>
- P. Leclercq, A. Heylighen. (2002). *5.8 Analogies per Hour.* “International Conference on Artificial Intelligence in Design”.
- P. Valéry. (1921). Préface. « Architectures » de L. Suë et A. Mare. Edition Gallimard.
- S. Ben Rajeb. (2013). Thèse de doctorat en architecture. « Conception collaborative distante instrumentée. Etude architecturologique pour la caractérisation des opérations cognitives ». <https://doi.org/10.25965/interfaces-numeriques.2106>
- S. Safin. (2011). Thèse de doctorat. Processus d'externalisation graphique dans les activités cognitives complexes : le cas de l'esquisse numérique en conception architecturale individuelle et collective. PhD Thesis University of Liège, Belgium. <https://hdl.handle.net/2268/110740>
- T. Lubart. (2003). « Psychologie de la créativité ». Edition Armand Colin.

- V. Tollec. (2019). Mémoire de Master d'Architecture. Nouvelles pratiques du projet architectural et enjeux des double-diplômes architecte-ingénieur et ingénieur-architecte : comment le double diplômé mobilise-t-il sa double culture et ses compétences dans sa pratique professionnelle ? <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02491943>
- W. Visser. (2009). *La conception : de la résolution de problèmes à la construction de représentations.* « Le travail humain ». (Vol. 72), pages 61-78.

ANNEXES

ANNEXE 1 – ANALYSE DES PROJETS DES ETUDIANTS

- **ETUDIANT A**

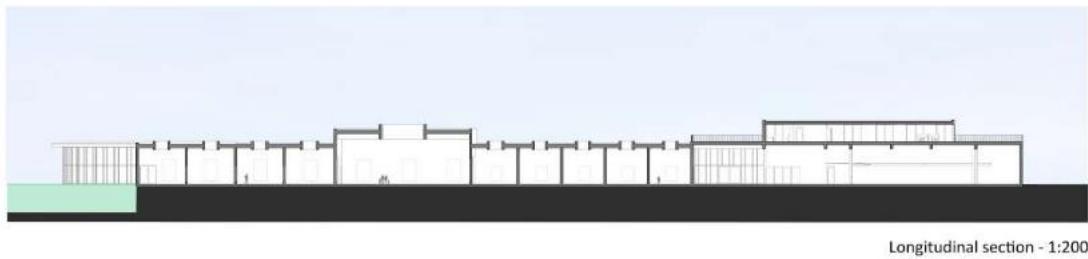
Entretien :

Le projet consistait en la création d'un musée de taille moyenne au niveau d'Albufera, du lac, à l'est de l'Espagne, au sud de Valencia. Le terrain est au bord du lac, on a aucun vis-à-vis, seulement une grande route à deux voies avec d'un côté notre terrain pas très large de 20 mètres je crois et de l'autre un espace vert protégé (**07-06**). Le terrain est donc de 20 mètres de large avec un renforcement circulaire vers le lac, la longueur n'était pas limitée (**06**). Le terrain est assez meuble à cause du lac. On ne pouvait donc pas construire en profondeur, c'est-à-dire pas de sous-sol (**07**). Le principe était de faire un musée avec des peintures de toutes tailles. On était assez libre sur la conception, on avait juste quelques idées guides de fonctions et de surfaces. Pour ma part j'ai commencé à dessiner ce projet avec l'intention d'utiliser le grand cercle côté lac comme un espace extérieur privatisé pour le musée (**02**). Pour cela il fallait que je le coupe de l'extérieur du musée. Ensuite je voulais, en référence un peu à ce qu'à fait Tadao Ando et sa cafétéria, je voulais essayer de mettre la cafétéria donnant vue sur l'espace multifonctionnel et aussi sur cette place extérieure pour avoir une grande vue sur l'ensemble (**08**). Par réponse, l'espace multifonctionnel a aussi une vue sur l'espace extérieur de la place (**08**). En lien à la forme de cercle (**15**) j'ai voulu que l'espace multifonctionnel soit un cercle parfait, toujours en référence à Tadao Ando (**11**). Par ce fait j'ai mis en place un cheminement entre l'entrée de la place qui donne vue sur l'espace multifonctionnel pour donner envie aux gens de s'y rendre par le chemin extérieur qui permet aussi d'observer le lac (**02-08**). Le cheminement extérieur a été créé et a engendré aussi la forme de la façade avec les formes de vagues en lien avec le cercle de l'espace multifonctionnel (**15**). Cela a engendré un demi-cercle pour la cafétéria notamment pour donner des vues et pour répondre aux formes mises en place par continuité (**15-08**). Autre intention je voulais un hall d'entrée traversant entre la route et la place privatisée du musée, je voulais que quand les gens arrivent ils voient directement la place avec le lac en fond pour donner une belle vue (**08**). Ensuite je voulais séparer l'espace d'exposition du reste (**02**). C'est pour cette raison qu'on a l'espace d'exposition à gauche en rentrant avec différentes salles dont une particulièrement grande. Elle est faite pour être différenciée, pouvant accueillir des tableaux plus grands, plus haut en créant un rythme dans la visite (**02-08**). Pour protéger les peintures de la lumière de l'ouest du lac j'ai créé un espace entre l'extérieur et l'espace d'exposition (**02-07**). C'est un espace de repos, de travail, d'observation, un espace tampon utile et agréable. Cela permet aussi un autre cheminement dans le musée. On a plusieurs cheminements possibles : par l'espace d'exposition, par l'espace tampon et par l'extérieur ce qui fait trois lignes vraiment différentes pour se déplacer. Cela donne une flexibilité des usages (**02**). La forme au sud a un décalage pour éviter une répétition et un ennui dans la forme du musée et dans la visite (**08**). Tous les murs de l'exposition sont fermés et les pièces ne sont ouvertes que par le ciel. Cette ouverture permet de donner une lumière tamisée et non directe sur les peintures donc on a des murs totalement opaques côté route (**02**). Le revêtement de type fausses grosses pierres qui peut rappeler un peu l'idée des peintures abstraites permet de dynamiser la façade (**08**). Ensuite côté nord on a tout ce qui est boutique et cafétéria. La boutique est transversale avec le hall d'entrée et la cafétéria pour donner aux gens envie de venir. Elle est très illuminée avec de belles vues, très agréable (**08**). La cafétéria est en forme de cercle avec des pilotis au niveau de l'arrondi côté lac, dans la même idée que

l'espace multifonctionnel. La cafétéria est en double niveau avec la mezzanine qui permet de donner une bonne hauteur et de rejoindre le reste des hauteurs de l'exposition à 7 m de haut (02). C'est la taille qui permet d'apprécier les peintures. La mezzanine de la cafétéria est très agréable. Derrière on a l'accès permettant d'atteindre le R+2 avec l'espace bureaux qui a une terrasse privatisée au nord qui donne vue sur tout l'espace végétal protégé à l'est et sur le lac à l'ouest (08). Au sud la grande terrasse accessible au public donne vue sur la forêt protégée, le toit du musée, la place du musée et le lac bien sûr (08). Le reste de l'étage est composée des bureaux assez basiques. En dessous de l'espace des bureaux, sous une hauteur de 7m, on a l'espace de stockage avec l'arrivée des camions protégeant les peintures. On voit d'ailleurs la route au nord donnant accès au stockage de la cafétéria (02). L'espace de stockage est fonctionnel et sans lumière (02). Sa porte pour acheminer les peintures est axée avec l'ouverture du début de l'exposition (02). Les portes au niveau de l'exposition sont décalées pour que quand on arrive dans la pièce on voit en premier une peinture et non le chemin dans la pièce suivante (08). On a aussi une ou deux places handicapées au nord avec un petit chemin agrémenté de parquets floraux tendant vers le rouge pour rajouter de la couleur et du dynamisme en contrastant avec le bâtiment plutôt blanc (08). Autre point fort au niveau de la grande pièce d'exposition de 9m de haut on a un grand mur blanc donnant sur l'extérieur. Ce mur peut servir à de l'art mural ou toute représentation artistique qui peut être imaginée (08). On a aussi cette place qui a plusieurs fonctions. Au nord on a la terrasse extérieure pour la cafétéria, à l'ouest on a quelques marches qui permettent de descendre au raz de l'eau pour prendre les barques du lac (02). On a aussi la rampe pour l'accès PMR. Au centre de la place on a des bancs qui sont des blocs qui sont disposés de manière aléatoire à trois niveaux de circonférence du centre (15). Les gens peuvent aussi s'asseoir et apprécier les vues du lac et du musée. Cela permet aussi de pouvoir disposer une scène ou non pour faire des petites représentations (08-02). Côté structure on a une trame avec des poutres, des murs porteurs côté espace d'exposition sont utilisés pour accrocher les peintures.

Documents graphiques :





- **ETUDIANT O**

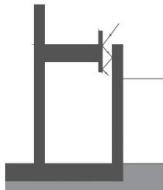
Entretien :

Ce projet se passe sur un lieu assez spécifique, ça se passe en montagne, loin de tout sur un site qui a un passé très religieux. Il n'y a personne. On a un espace composé de 3 marches avec une forme d'un quadrilatère quelconque (**15-06**). La marche la plus basse a une forme triangulaire assez forte (**15**). On a absolument aucun voisin sauf une ancienne église en ruine au nord et quelques murs en ruines à l'ouest de la parcelle (**05**). Tout le contour du terrain a une sorte de rambarde, de mur protégeant et délimitant le terrain (**06**). On a une vue plongeante sur Benidorm et à la mer ainsi que la montagne bien sûr, on a une très belle vue (**07**). Le but était de faire un pavillon d'exposition de peintures abstraites. Il fallait choisir entre 2 et 10 peintures. Il fallait vraiment se concentrer sur le côté sensible, les matériaux, la lumière, etc. Ce que j'ai choisi de faire c'est un pavillon est forme d'un bloc globalement pour venir contraster avec le terrain (**15-05**). Le bloc est tout blanc, il est à la fois peu discret car blanc et lisse et au niveau intermédiaire, et en même temps il vient dénoter avec l'environnement, la nature autour (**05-06**). Le principe était de venir faire un cheminement avec la possibilité de descendre directement à la marche intermédiaire et de faire le tour sur la rambarde soit de descendre par le pavillon (**02**). Au niveau intermédiaire on a des bancs qui permettent d'observer la vue notamment (**08**). Le chemin englobe le pavillon, il n'est pas linéaire, des alcôves vient permettre la place de bancs pour donner des vues sur la ruine de l'église, sur le pavillon ou sur la vue vers la mer (**02-08**). Il y a vraiment un travail sur les vues dans ce projet. On a aussi un travail sur les matériaux. On a le mur entre le niveau haut et le niveau intermédiaire qui est resté d'origine, rouge avec de vieilles pierres (**06**). On a le parquet floral au niveau intermédiaire. A l'intérieur du pavillon on a un travail sur les lumières. Au niveau de la descente et du cheminement menant à la pièce d'exposition avec les peintures le mur n'est pas lisse ce qui permet de beaux jeux de lumière (**09**). La lumière lèche le mur comme au musée Madinat Al-Zahra à Cordoba pour la référence. Et au niveau de la pièce avec les peintures on a une référence d'Alvaro Siza musée contemporain de Porto. Le but étant d'avoir un centre sombre et une lumière non directe sur le contour où il y a les peintures (**08**). Au nord du pavillon on peut ressortir au niveau intermédiaire côté du mur, en face de la sortie on a une alcôve donnant vue sur la mer, elle est individualisée, permettant de se retrouver avec soi-même et d'être seul face à la vue (**08-03**). La partie la plus basse du terrain est laissée sauvage avec toute la végétation actuelle qui est très verte avec plein d'arbustes, d'herbes hautes, etc (**06**). La partie intermédiaire est travaillée sauf sur la partie ouest du fond qui reste sauvage. La partie du dessus est seulement tondu pour permettre une visibilité sur la ruine (**08**). Cela peut inviter les gens à utiliser cet espace ils peuvent s'asseoir et profiter (**02**). Les peintures choisies sont des grandes peintures de 1m par 2m. La zone pour

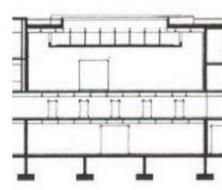
s'asseoir est de forme triangulaire rappelant la forme triangulaire extérieure (**15**). On a 4 peintures deux grandes et deux petites du côté hypoténuse de l'assise triangulaire. En face du cheminement en bas de l'escalier on a l'explication des peintures, du peintre et du lieu (**02**). Je suis toujours partie du principe que le pavillon d'exposition serait au niveau intermédiaire, sa forme et ses accès ont évolués pour mieux s'adapter au terrain et à ce qu'il nous offre (**06**).

Documents graphiques :

References and details about the light



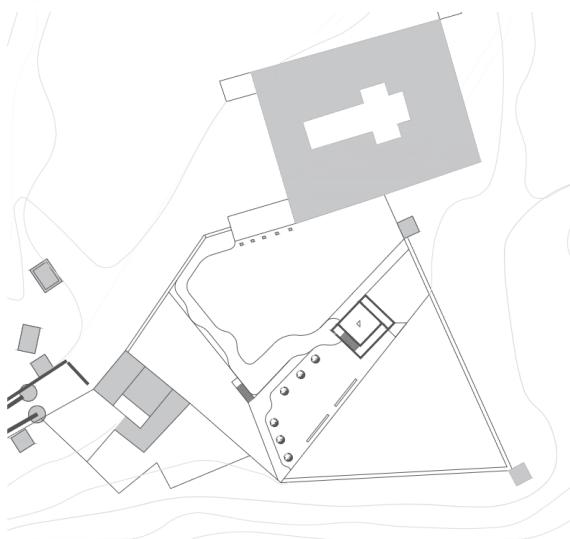
Low-angled light
for corridors



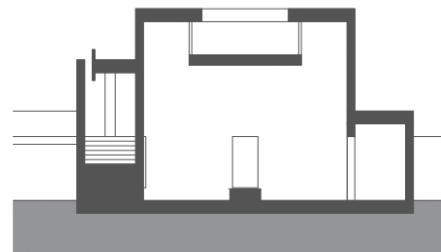
Reflector skylight by
intrusion for the art room

Museum Madinat Al-Zahra. Cordoba, Spain.
Nieto and Sobejano (1999-2008)

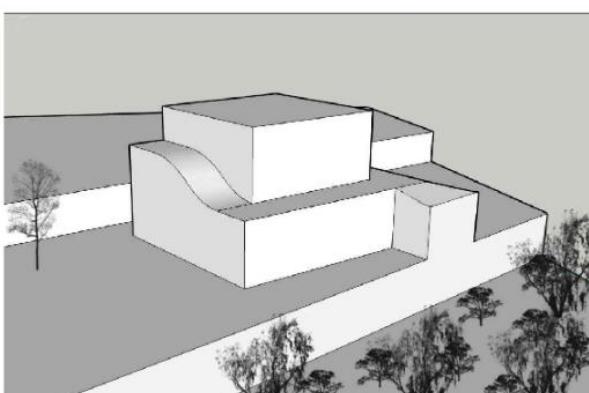
Museum of Contemporary Art. Oporto,
Portugal. Alvaro Siza (1991-1998)



Ground Plan - 1/500



Cross section of the pavilion - 1/100



- **ETUDIANT U**

Entretien :

On est dans la ville de Jijona, c'est un petit village de 6000 habitants entre ici et Alicante. On est dans la montagne, et là il y a toutes les courbes de reliefs c'est-à-dire que dans toutes les rues il y a des escaliers et c'est vraiment hyper pentu (**07**). Donc ça c'est la rue principale, au bout de cette rue il y a la mairie. C'est hyper résidentiel et en haut tu as un château. Notre parcelle est assez étroite (**06**). Donc la gestion ça va être notre parcelle entre des escaliers, une place et une rue qui n'est pas trop en pente malgré que le reste soit en pente. Autour il y a des maisons R+1 et des immeubles (**05**). Vers la place on a une maison de la ville, une école, deux églises dont une désaffectée qui sert maintenant de centre social.

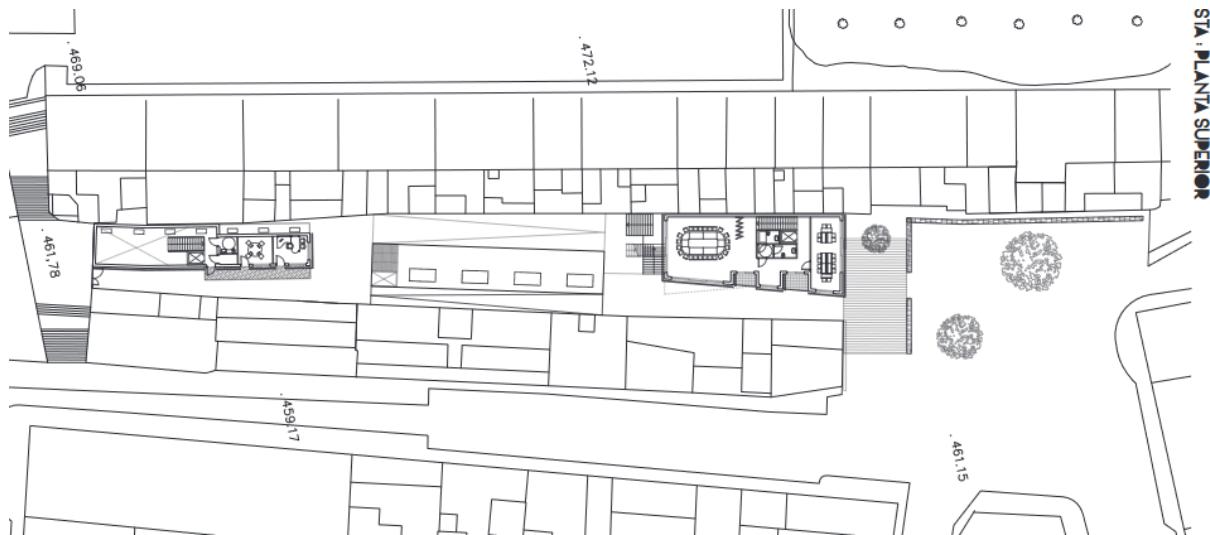
Dans le programme on a un marché, une salle polyvalente, des petits moyens et grands ateliers pour faire des réunions, des workshops et des bureaux parce qu'il y aura le comité urbanisme-architecte-ingénieur, puis il y a tous les trucs annexes toilettes etc. La parcelle n'est pas très grande en termes de superficie donc pour tout faire rentrer il fallait un peu de hauteur (**06**). On voit les toits des maisons situées en contre bas qui donne une vue sur les montagnes ce qui est intéressant, on est vite au-dessus des bâtiments existants et cela nous permet d'avoir des vues et de la lumière parce que sinon le bâtiment est vachement enclavé (**05**). Le marché est placé derrière le plus haut bâtiment en contre bas. J'ai beaucoup travaillé en coupe à cause des différentes de niveaux et de la pente. Le bâtiment près de la place, composé de bureaux, fait 3 étages car il y a plus de hauteur. Au milieu c'est un bâtiment polyfonctionnel, un peu plus de transition pour un marché intermittent, et le dernier c'est un bâtiment de bureaux aussi. Il y a aussi un passage pour la distribution tout en extérieur (**02**). Les bâtiments sont vraiment séparés pour qu'ils soient un peu plus indépendants. En fond de parcelle on a un grand mur de soutènement des maisons de la rue du dessus, il n'a vraiment aucun intérêt, rien de naturel, donc les deux bâtiments aux extrémités vont suivre la courbure du mur et sont assez massifs (**06-07**). Au centre on a le bâtiment le plus léger en structure métallique sans mur.

Pour la distribution en prenant en compte les différences de niveaux j'ai mis des rampes qui tournent autour du bâtiment central pour desservir niveau bas, niveau intermédiaire et niveau haut. Le bâtiment léger c'est juste un plancher qui permet notamment de couvrir la passerelle qui est en dessous, passage qui accueille une salle d'exposition extérieure, un peu comme l'exposition de Gasili (**11**). Je trouvais ça intéressant de se dire que ce n'est pas seulement une rampe qui fait 40 m de long pour aller jusqu'aux bureaux c'est aussi un cheminement et que les gens vont pouvoir aller juste voir l'exposition puis redescendre et pas forcément juste pour accéder à un endroit (**02**). Donc il y a le premier plancher puis juste la couverture avec des piliers qui permettent de soutenir. Le but est de vraiment faire un espace extérieur complètement aérien (**12**), pouvant accueillir le marché. L'idée est de faire un peu comme Jean Prouvé (**11**), il fait tout en module, en préfabriqué et l'avantage c'est que tous les modules vitrés ou non vitrés ils s'ouvrent. Tu peux avoir un espace complètement ouvert ou fermé, ou entre les deux. Ça fait un peu comme si tu montes tu montes tu montes en haut de la montagne et puis tu as un peu comme une acropole, l'acropole d'Athènes (**04-11**) c'est très massif pour le coup mais l'idée c'est de monter comme ça et d'avoir quelque chose de très léger, structure métallique et de faire le lien entre les deux bâtiments. Devant ce bâtiment là je ne voulais pas mettre des bureaux car c'est là où il y a le bâtiment très haut donc tu as moins de lumière. Donc l'idée principale c'est d'avoir les deux bâtiments clés qui s'ancrent dans le mur de fond qui est la particularité de la parcelle et ce bâtiment léger entre les deux qui fait le lien.

On a un bâtiment qui va avoir qu'une seule direction avec un plot central qui s'oriente vers l'est (**07**). On a des puits de lumière dans les salles complètement aveugles (**02-06**). J'ai décidé de faire une sorte de fissure en écartant le bâtiment du mur car la terrasse des bâtiments de derrière elle vient trop près (**05**). Ça donne une faille qui est un peu en résonnance avec la rampe. Ensuite le dernier bâtiment, en rdc on est plus bas au niveau de la place exactement donc tu rentres dans un espace couvert depuis la rue ou la place. Le but c'est que les bâtiments regardent vers la parcelle (**08**). Au dernier étage on a le même aménagement avec le noyau et les salles autour (**11**). L'idée c'était de faire une double peau, qu'on ne voit pas forcément les fenêtres de l'extérieur mais qu'ils aient les vues dans tous les sens depuis l'intérieur, sur les montagnes etc (**08**). Même si l'idée est d'orienter toutes les vues et ouvertures sur la parcelle on cherche la qualité donc on ne va pas couper la superbe vue sur la montagne. Sur l'autre bâtiment on fait passer la faille avec les lumières zénithales devant l'emplacement du noyau central et de certaines vues/ouvertures. Je suis partie du principe que comme on a un mur de soutènement on éclaire tout par des lumières zénithales, mais en-dessous on n'a pas de lumières zénithales et on ne peut pas monter le mur à cause des terrasses des maisons au-dessus, donc on décale tout pour faire la faille, après j'ai pensé escaliers et où je pouvais les mettre (**06**).

Donc j'ai plutôt pensé espace avant circulation (**02**). Les bâtiments massifs sont massifs car j'ai choisi de les accrocher au mur, à la roche et de l'assumer complètement. Je ne voulais pas faire un seul bâtiment le long du mur car ça aurait créé une parcelle chemin et ce n'était pas le but. Pour les références je les connaissais déjà (**11**). J'ai pensé à la solution car je l'avais déjà vu. Pour définir les mesures des bâtiments j'ai fait un peu près les m² en fonction de ce qu'il fallait et j'ai choisi d'abord qu'il fallait 2 m de passage par exemple pour en déduire la largeur du bâtiment (**02**). J'ai plutôt travaillé en largeur minimum et nombre d'étage maximum pour définir les mesures à cause des contraintes de la parcelle (**06**).

Documents graphiques :



Plan final

Formation des étudiants et processus de conception architecturale



Schéma organisationnel des 1ères idées

REFERENCIAS

1. Harmonic Masson, Ajaccio
2. Mercado Ribeira, Lisboa
3. Oficinas Zamora Alberto
4. Materialidad
5. Jean Prouvé
6. Original Life Market, China (Latitude)
7. MAAT museo, Lisboa
8. Gaellly exposicion
9. Museo de Troya (Yalın Mimarlık)
10. Almacen y oficinas, Almaya (Rutz Esquivroz)
11. Pabellón Renzo Piano del Château La Coste, Francia

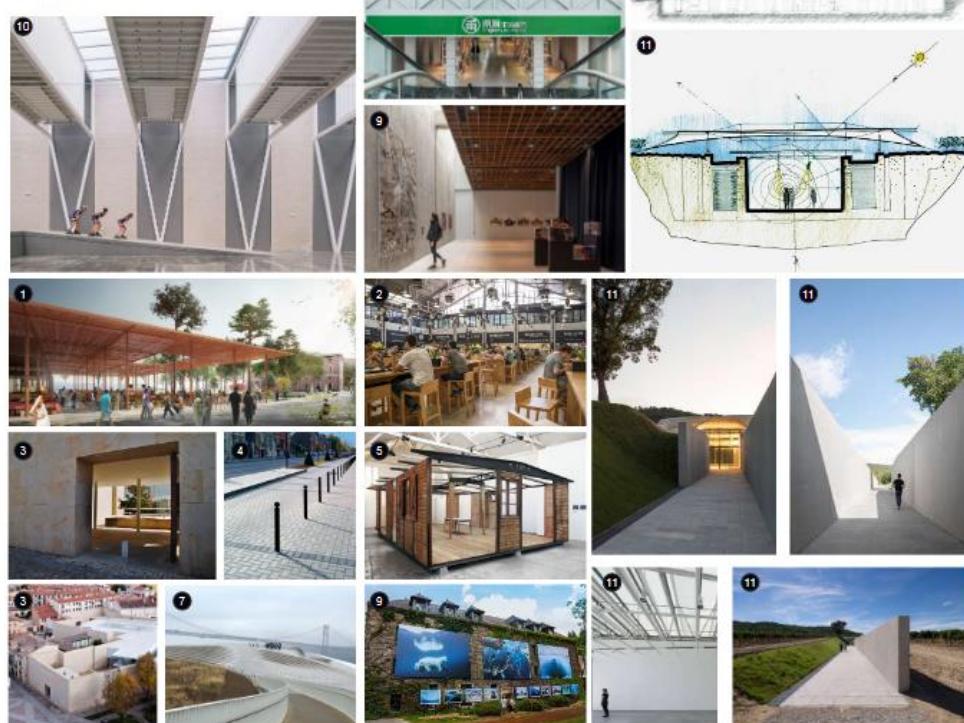


Planche de références

- **ETUDIANT J**

Entretien :

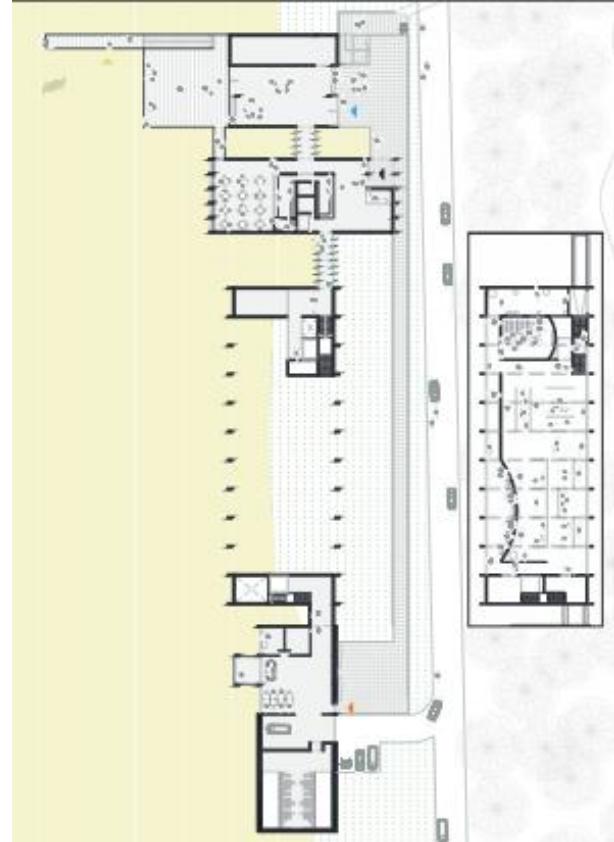
« Le site se situe à Albufera, juste à côté du lac qui connecté à la mer mais ce n'est pas de l'eau salée car maintenant le lac est séparé de la mer. Ils avaient l'habitude de cultiver du riz. Le site est près d'une petite ville qui se nomme Palmar. Les maisons et bâtiment du coin ont une architecture typique et bien particulière qui ressemble à de vieilles maisons de l'époque victorienne avec des toits à deux pentes, très rudimentaires, faites-en bois. Donc je voulais utiliser du bois pour créer le musée, structure en bois, matériaux texturés pour rappeler le bois (05) pour donner un aspect naturel (12). Toutes les façades donnant sur le lac sont en verre pour pouvoir profiter de la vue (08). Mon point de départ principal a été, grâce à un tour de bateau sur le lac où on a pu voir le site depuis l'eau, depuis le lac. J'ai pu commencer à imaginer depuis le bateau ce à quoi je voulais que mon bâtiment ressemble et la première chose à laquelle j'ai pensé c'est que je ne voulais pas que ce soit un seul bâtiment je voulais que ce soit un peu espacé, qu'il y ait différents volumes connectés (08) pour permettre de faire donner un ressenti que chaque volume est plus petit, moins massif (09) et plus en lien avec les bâtiments actuels des environs (05). De plus, sur ce site particulièrement il n'y a aucun bâtiment, seulement de la nature et beaucoup de végétation donc je voulais créer quelque chose qui ne s'étendrait pas trop (05). Le musée avait besoin d'un espace de stockage, de bureaux, 1200 m² d'espaces d'exposition, un café/restaurant, une terrasse, un espace multifonctionnel. Donc j'ai essayé de combiner des usages, j'ai fait 4 groupes avec les différents usages qui représentent les 4 bâtiments (02). Pour le premier bâtiment il y a l'espace d'accueil, casiers, restaurant/café, boutique souvenir ; le second bâtiment comprend bureaux, sécurité, espace de stockage ; le troisième bâtiment est réservé pour les expositions ; et le dernier bâtiment c'est l'espace multifonctionnel. Donc j'ai agencé ce musée en fonction des usages (02), des différents volumes et formes (15), des circulations des personnes qui travaillent/visitent le bâtiment (02). J'ai fait une sorte de diagramme pour savoir où mettre les couloirs, j'ai changé la place des bâtiments de nombreuses fois en mettant les bureaux à côté des expositions ou les bureaux à côté de l'espace multifonctionnel ou l'espace multifonctionnel entre l'espace de stockage, l'administration et de l'espace d'accueil. J'ai beaucoup réfléchi sur dans quel ordre doivent être disposé les bâtiments pour avoir le moins possible de problèmes (02), il y aura toujours des problèmes mais je pense que c'est très utile d'avoir l'espace de stockage directement connecté à l'espace d'exposition pour que les gens n'aient pas de longues distances à parcourir avec l'art, les peintures, sculptures, etc (02). De plus dans les bureaux il y a la sécurité, donc la sécurité est proche du musée et de l'espace d'exposition. Donc de droite à gauche on a : stockage-bureaux, espace d'exposition, espace d'accueil-réception-restaurant, et à la fin tout à gauche l'espace multifonctionnel. C'est un problème en quelque sorte que la réception et l'espace fonctionnel soit si loin des bureaux mais je pense que c'est mieux pour eux de marcher cette longueur sans peinture, sans rien porter plutôt qu'avec les peintures (02). Pour l'espace d'exposition j'ai créé un bâtiment qui est très long (06) et qui a donc beaucoup d'espace avec vue sur le lac, le coucher du soleil, etc (08). Mais je ne voulais pas limiter les possibilités donc j'ai juste laissé une pièce vide avec le nécessaire pour pouvoir mettre en place des parois mobiles ou quoique ce soit que l'exposition a besoin (01-02), de cette façon on peut arranger l'espace comme on le souhaite. Il y a aussi deux autres pièces, une entièrement fermée, dans le noir, donc s'ils veulent faire une exposition avec une projection ou certains types d'exposition avec des lumières artificielles ils peuvent le faire ici. La dernière pièce c'est une sorte de long couloir avec une fenêtre au bout, deux murs avec une fenêtre qui donne une vue sur l'autre côté et non le lac (08). La vue donne sur une forêt, très belle vue, et il peut y avoir différentes expositions sur les murs bien sûr. Toute la circulation de l'espace d'exposition s'effectue par de longues fenêtres donnant sur

le lac (**08**) et le mur qui protège l'art de la lumière directe du soleil couchant qui pourrait être très mauvaise pour l'art (**01**). Ce mur permet aussi de séparer la circulation des gens parlant, regardant la vue du lac, du soleil couchant, avec l'espace où les gens observent l'art (**02**). Le bâtiment d'exposition n'est pas sur le sol, il est légèrement surélevé pour qu'il soit plus haut et qu'il ait de meilleures vues (**08-09**). Toute la structure de tout le bâtiment est supportée par des poteaux qui permet de n'avoir rien au milieu, d'avoir un open space (**02**). C'est aussi une structure en bois avec des pilotis en bois (**07**) à l'extérieur du bâtiment (**05**). J'ai cherché des références depuis le début du projet. Au Venezuela il n'y a pas de bâtiment en bois et en Espagne il y en a un peu mais je n'avais jamais travaillé vraiment dessus. Donc quand j'ai su que je voulais faire une structure en bois et que je voulais qu'elle soit visible (**01-08**), que ce soit le caractère du bâtiment, que la structure fasse partie de l'esthétique du bâtiment, de la façade, de l'intérieur, etc. Il fallait que je sache comment une structure en bois fonctionne donc j'ai cherché quel que soit le type de bâtiment que je trouvais je voulais seulement voire beaucoup de bâtiment en bois, de structure en bois pour voir quelles options s'offraient à moi. J'ai cherché aussi les plans de rdc de musée pour comprendre les fonctionnalités d'entrée, comment c'est construit et comment ça fonctionne. J'ai donc cherché beaucoup de plan de rdc de différents musées pour voir qu'est ce qui était proche de quoi, quelles étaient les relations entre les usages. J'ai pensé à creuser plus de terre pour créer cet espace d'entrée d'eau (**05**) même si dans la vie réelle ce n'est pas vraiment possible. L'idée est que les poteaux/pilotis du musée entrent dans l'eau comme les poteaux en bois présents dans le lac où les oiseaux se posent (**05-09**). Donc je voulais recréer cet effet d'une certaine façon avec la structure en bois du bâtiment. Je veux aussi mettre des statues dans l'eau. »

Documents graphiques :



Schéma d'intention de début/mi-projet



Plan final



Vue 3D intérieur R+1



Vue 3D extérieure

- **ETUDIANT K**

Entretien :

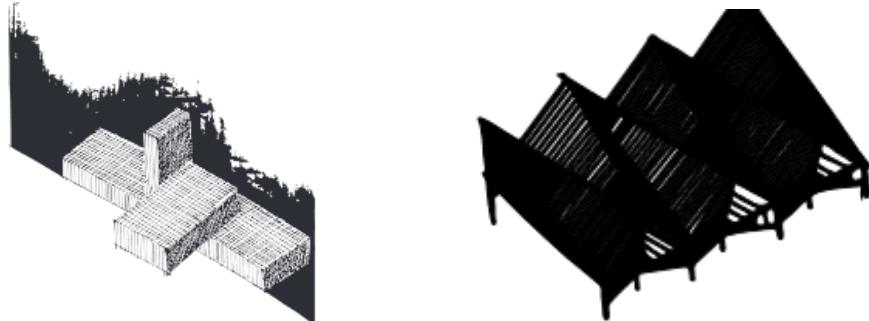
Ce qui m'a le plus inspiré pour la forme c'était l'extension du lieu comme il n'y avait pas d'obstacles (**05**) ni rien j'ai vu que tu pouvais aller dans n'importe quelle direction il y avait une espèce de plan qui s'étendait partout (**07**). Donc j'ai pris les trois axes de coordonnées (**15**), j'ai décidé de mettre une tour (**15-08**), deux éléments qui partent dans ce sens et un autre qui volait au-dessus de l'Albufera (**08**). Je les ai séparés selon la fonction (**02**). La tour je voulais qu'elle serve d'entrée aussi mais d'entrée un peu spectaculaire (**09-20**). Tu as la tour et ça c'est une espèce d'ouverture qui donne directement sur l'Albufera (**08**). Donc tu arrives en face et tu as une espèce de paysage, de tableau de nature (**12**). Ça servait aussi de quai pour les barques et ça divisait aussi les deux parties du projet. Donc tu as de ce côté le resto avec un quai aussi, une sortie vers l'extérieur et là de ce côté tu as toute la partie du musée qui se divise par ce module avec toute la circulation verticale avec l'escalier et l'ascenseur pour les bureaux, le magasin et la salle multifonctionnel. Et après là le grand module ça va être la partie de la galerie (**02**). Je l'ai divisé le rdc en quatre NAVES avec des brise soleil partout pour briser le soleil (**07**), les murs seront des murs porteurs (**01**). Au premier étage ce ne sera pas des murs porteurs, ce sera des panneaux pour accrocher les tableaux (**02**). La quatrième NAVE se sera juste la communication verticale avec deux escaliers assez grands (**20**) avec une plateforme qui donne un peu de vue sur l'extérieur (**08**). Il y aura une porte qui donne accès au quai comme ça quand tu finis l'expo tu arrives ici et tu finis par un petit moment de détente et tu peux décider de te balader ou de prendre une barque au quai (**07**). J'ai mis des petits bancs. Tu montes, toute la partie de l'escalier c'est une double hauteur. Les brises soleil en rdc protège les peintures (**02**), le bâtiment faisant quinze-seize mètres d'épaisseur la lumière ne va pas jusqu'au bout, j'ai vérifié avec Lumion et ça va. Si on veut plus sombre c'est les goûts et les couleurs de chacun (**08**). Tout le premier étage sera plus versatile car ce ne seront pas des murs porteurs donc tu pourras changer vu que ce sont des panneaux, donc l'organisation peut être changer comme tu veux (**02**). Une salle ici, une autre plus ouverte là et une dernière plus fermée ici. Le toit ça va être une toiture de CERCHAS avec des poutres triangulaires (**11-15**) comme une charpente (**02**). Il ne faut pas oublier que c'est Valencia donc si je veux mettre de la lumière naturelle et éviter que ça surchauffe (**07**) j'ai pensé qu'en ayant une toiture un peu plus polygonal la lumière allait rebondir sur les panneaux pour être plus diffuse (**02**). Il y a des panneaux avec des lames en bois et du verre et des panneaux opaques en bois ou solaire si possible (**01-08**). La partie des bureaux avec les petits bureaux et le directeur. Je voulais une espèce d'antichambre avec d'entrer dans la zone de stockage qui se trouve dans la tour (**02**), c'est la zone la moins accessible, j'aimais bien cette sensation

de chambre forte (**11-12**) et en même temps que tout le monde sache que c'est ça car c'est l'élément le plus voyant (**08**) mais en soit tu sais ce qu'il y a si tu n'y travailles pas. Pour les matériaux j'ai pris du béton et du bois. Quand on était allé à l'Albufera, il y avait de la boue argileuse grisâtre qui m'a rappelé le béton et il y avait aussi des poteaux en bois dans l'eau (**05**). J'ai commencé le projet par la forme que j'ai divisé en module selon les fonctions. En parallèle j'essayais de vérifier comment faire la toiture (**18**). J'avais fait le projet sans le toit et en même quand j'avais le temps je cherchais des techniques pour la toiture. C'est inspiré d'un aéroport à Saint-Pétersbourg pour la toiture (**11**).

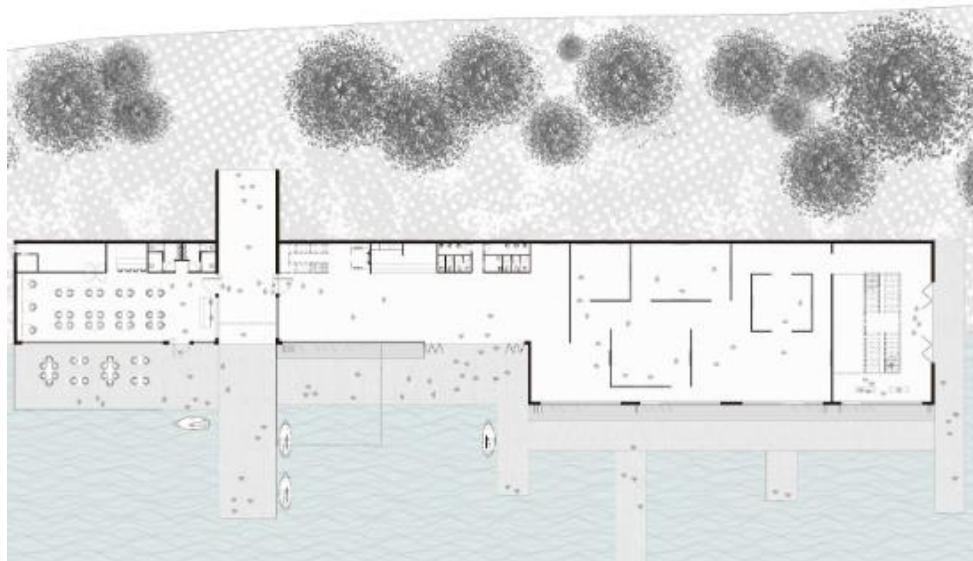
Documents graphiques :



Croquis de début de projet, réflexion sur le terrain



Croquis géométrique du projet



Plan final



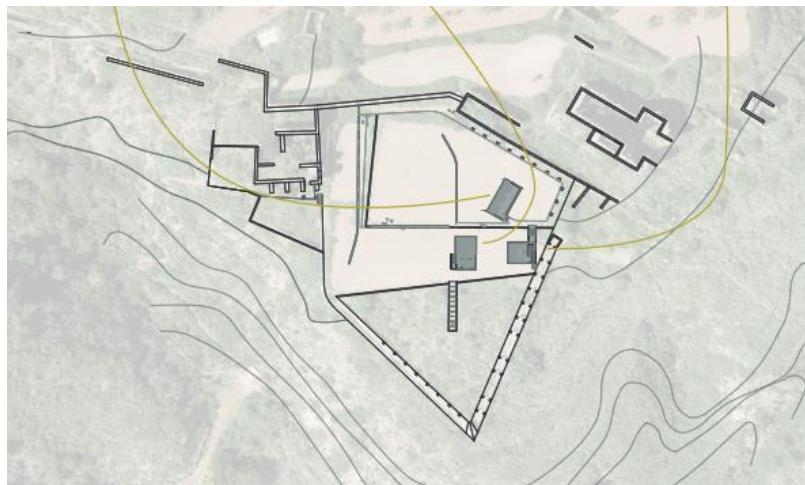
• ETUDIANT L

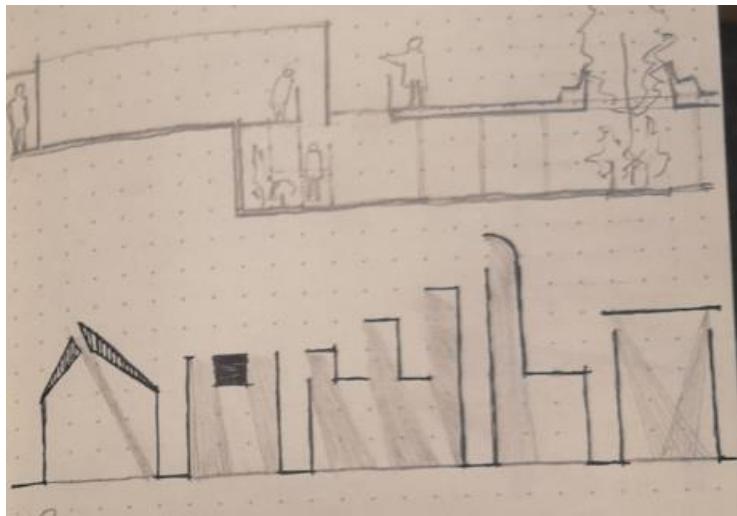
Entretien :

« Plusieurs choses sont importantes, le site est un site religieux (05-07) composé de ruines. Donc c'est un lieu religieux relié à Dieu. Le silence (12) est quelque chose de très important dans ce lieu. Ce lieu est appelé 'désert' (12) car il est déserté par les gens, seuls les religieux y viennent. Donc ce sont les principaux points de départ du projet je pense ainsi que d'essayer d'étudier les ruines présentes sur le lieu appelées les 'ermitas' (03). Le couvent était au centre, c'était le bâtiment principal avec l'église, puis il y avait les ermitas éparpillées non régulièrement autour dans la montagne. Donc j'ai eu l'idée de créer différents espaces qui rappelleraient en quelque sorte les ermitas où l'art serait exposé (04). C'est une galerie ou une sorte d'espace d'art, d'espace culturel pour les peintres faisant de l'abstrait, des peintures très profondes (12) qui doivent, selon moi, être expérimentées en silence, seul (02-12). Donc j'ai pensé à ces ermitas dans le but de créer de petits espaces où l'art peut être et où les gens peuvent les voir en petits groupes ou même seul (02-20). Donc c'était l'idée de départ et j'ai pensé beaucoup aux ermitas en fait avant de réaliser que j'en avais mis trop pour le site (05). J'en ai donc enlevé jusqu'à en garder trois. Chaque espace est différent parce que j'ai d'abord choisi quelle peinture devait aller dans chaque galerie selon le ressenti face à chaque tableau, selon mon ressenti face à chaque peinture (08). J'ai essayé de créer différentes atmosphères (12) à propos de comment la lumière rentre dans le bâtiment et de sa forme principale. Il y a une ermita orientée/qui regarde vers les ruines de l'ancien couvent (08-07), une ermita orientée vers la vallée et la mer méditerranée (08-07) et la dernière ermita n'a aucune fenêtre c'est seulement une ouverture vers le ciel/qui regarde le ciel (08-03). Elles sont toutes séparées les unes des autres mais du même côté de la parcelle qui est traitée différemment du reste du site (06) donc elles n'ont pas l'air de trois bâtiments différents elles semblent formées un tout. Depuis le début je veux que les gens rentrent par ici, je veux aussi qu'ils aient une vue claire et dégagée sur la mer (08) donc je savais que je ne voulais pas mettre mon bâtiment au milieu de la vue principale quand les gens rentrent sur le site (05-08). Au début j'avais un grand nombre d'ermitas connectées au mur de soutènement du niveau supérieur mais il n'y avait pas assez de hauteur donc j'ai dû réduire le nombre d'ermitas à trois et les mettre sur la gauche du site (02-06). De cette façon les gens peuvent juste entrer sur le site et profiter du site, de la vue de la mer et des ruines (08) ou ils peuvent rentrer dans cet espace sur la gauche où sont les galeries (02). Il y a

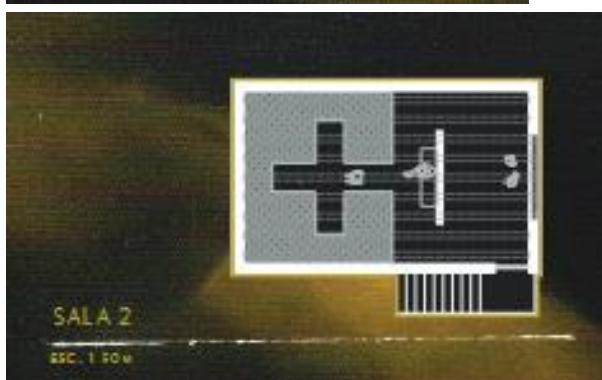
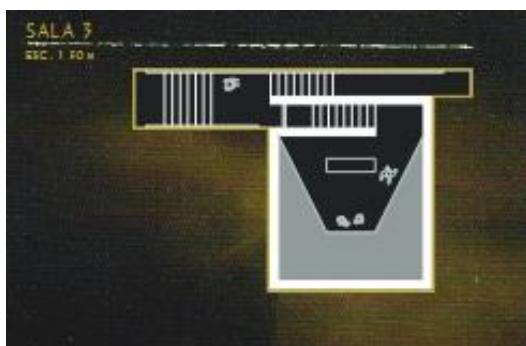
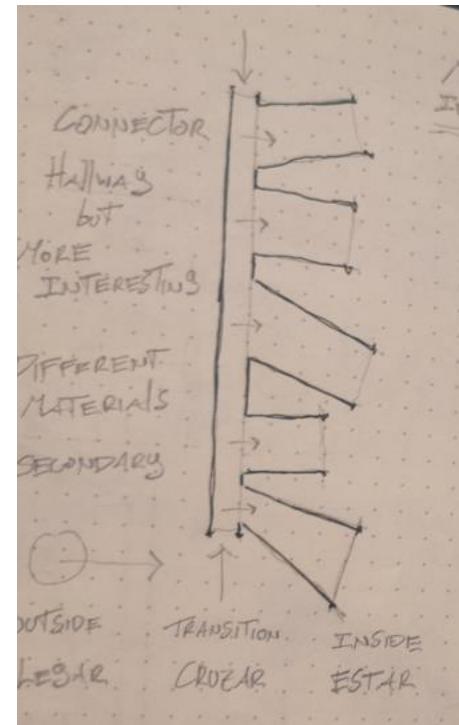
aussi un troisième niveau, le plus bas, et j'ai juste créer un petit pont/plateforme pour pouvoir être au milieu de la forêt, végétation sauvage et pouvoir voir plus clairement la mer méditerranée (**02-08**). J'ai aussi voulu créer cette ligne ici parce le site se rapproche d'une forme triangulaire (**15**) ; donc avec le mur qui crée la limite avec l'espace des galeries, le pont et la pointe du triangle j'ai voulu créer cette ligne, cette division du site (**06-08**). J'ai bien sur cherché des références pour les systèmes de lumière. Je voulais que chaque entrée de lumière soit différente (**02**). J'ai d'abord cherché principale des églises, des musées pour voir comment ils géraient la lumière. Celui-là est très typique je me suis inspiré d'un musée au Portugal qui a utilisé aussi cette pyramide (**11**). C'est juste un carré où l'on peut voir à certains moments de la journée la lumière se refléter sur les murs (**08**). Celui-ci est orienté sud sud-ouest ce qui fait qu'il y a beaucoup de lumière durant la majorité de la journée (**07**) et j'ai positionné les peintures sur le mur directement sous l'ouverture de lumière. Juste au-dessus le plafond est courbé pour réfléchir la lumière et la diriger vers les peintures (**01**). Le dernier est divisé en deux espaces, il y a l'espace où l'on rentre où l'on a une vue sur la mer méditerranée, la vallée, la montagne (**02-08**). Puis l'on peut se retourner et aller de l'autre côté du mur où l'espace à un plafond différent composé de brise-soleils réservé à l'exposition de peintures alors que de l'autre côté c'est juste un plafond normal (**02**). Je voulais mettre des escaliers à l'entrée pour mieux délimiter l'espace (**02**). »

Documents graphiques :





Schémas de début de projet



- **ETUDIANT M**

Entretien :

Le projet tourne autour deux formes : le carré et le cercle (**15**). A partir de ça plusieurs idées ont été développées. La courbe, le cercle sont présents dans tout le projet (**15**). Le programme demandait un local pour architectes, une zone libre à usage polyvalent et une cafétéria. Les volumes sont placés de façon à générer une rue, un espace de passage (**02-06**). Il y a des espaces libres et verts. Il y a une division en trois parties. Dans cette partie libre à usage public il y a un marché, un marché intermittent

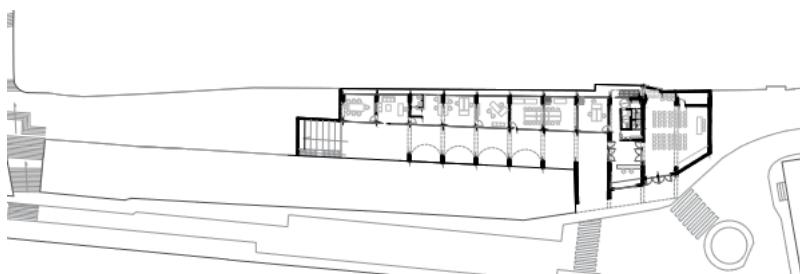
seulement le mercredi matin par exemple. Donc un espace pouvant accueillir un marché puis le retirer. Il y a une grande différence de niveaux (06). Dans le bâtiment principal on a au rdc les espaces appartenant à la mairie avec une salle polyvalente ainsi que plusieurs salles. Plus haut on a le cabinet d'architecture davantage privé. L'étage du milieu est laissé libre pour le marché intermittent. De l'autre côté de la parcelle il y a la cafétéria. On a deux accès qui forme comme une rue (10), d'un côté il y a une intention de lier la végétation avec la structure en hauteur avec des arcs végétaux (11) et de l'autre côté on a un grand bloc avec des poteaux et des arc architecturaux, en dur (11).

La salle polyvalente devait contenir une soixantaine de personnes, je me suis intéressé à lui donner un rôle principal de réception en ayant un accès direct à la rue avec la grande place (05) où il y a beaucoup de traffic ainsi qu'aux autres étages (02). On peut soit entrer sur le site depuis la place par le niveau le plus bas et remonter au niveau du marché par l'escalier intérieur soit par l'escalier extérieur au milieu de parcelle qui dessert une petite place.

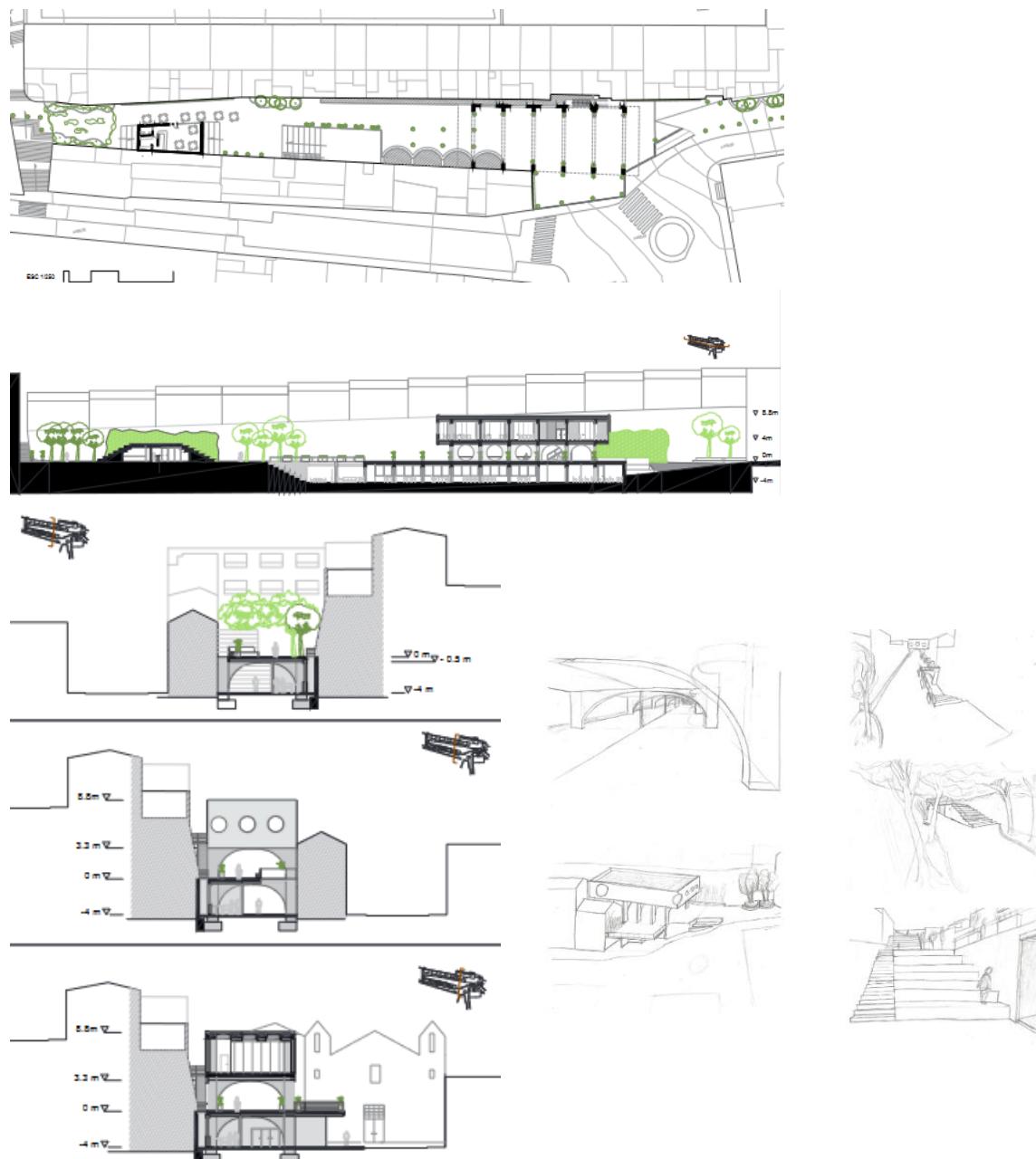
Pour illuminer l'étage inférieur (12), d'un côté je m'éloigne du mur (06) pour laisser entrer la lumière et en même je maintiens l'élément de la courbe, rien n'est vitré c'est totalement libre (15). L'idée du rythme des poteaux est de créer des arcs comme des côtes (11). Pour cela je vais répéter cet élément sur tout ce côté de la parcelle. Ici c'est la même idée, il y a des grands arcs qui permettent de circuler librement en dessous (02). Il y a le même rythme de poteaux au niveau intermédiaire et au niveau bas (01). A l'étage du bas, ces petits arcs donnent de la lumière au passage en utilisant toujours l'élément de la courbe et avec des bancs où les gens peuvent s'asseoir.

Il y a des ouvertures arrondies pour illuminer les étages inférieurs ainsi que des fenêtres arrondies pour récupérer la lumière sur un même étage (06-15). Le mur est en béton massif ainsi que les escaliers. On voit bien sur le volume du bâtiment à travers les façades et les coupes les deux points que j'ai évoqués précédemment : la courbe et le cercle, certains en verre d'autres seulement en ouvertures. Les ouvertures sur le mur sont des cercles de deux ou quatre mètres de diamètre (20). On voit sur la façade des cercles qui deviennent des arcs pour pouvoir accéder aux escaliers (02). Je n'ai pas de références particulières comme des peintures ou de l'art. Avec les corrections le projet est devenu plus radical au niveau de la structure qui engendre les arcs, les ouvertures en cercle ou arrondies donnant vers le ciel et l'extérieur (08). La cafétéria est située du côté des arcs végétaux. Elle forme des gradins pour s'asseoir en direction des arcs ou en direction d'une place pouvant servir de scène pour des représentations par exemple (08). Le même principe de gradins avec un escalier est présent pour atteindre le niveau inférieur. Il y a aussi une continuité dans les gradins escaliers qui permettent de traverser toute la parcelle (02). Une fois sur le toit de la cafétéria on a une vue d'ensemble de toute la parcelle (08). J'ai commencé le projet avec l'idée de répétition des arcs comme une structure qui marque les espaces. Ensuite sont venues les idées de végétations, de couloirs, etc.

Documents graphiques :



Formation des étudiants et processus de conception architecturale



ANNEXE 2 – ENTRETIENS PROFESSEURS

QUESTIONS - Entretien professeurs de l'école d'architecture, ENSA-PLV

- Nature des travaux/projets donnés
- Avis sur les double cursus Ingé-Archi ? En comparaison avec les Archi tout court ?
Ressemblances/différences
- Différences groupes entièrement double cursus, entièrement archi, groupe mélangé ?
(Apport d'un groupe mixte, de groupe non mixte)

« L'approche du projet dépend des centres d'intérêt qu'on. Il n'est pas nécessaire d'être dans une double formation pour s'intéresser à la question technique. Ça peut très bien être à cause d'une formation préalable type BTS ou simplement par goût pour la technique, le chantier, les techniques traditionnelles. Le goût pour la technique, pour les processus de matérialisation de projet par nécessaiement une spécificité des étudiants double cursus. J'ajouterai même qu'en tant que responsable pédagogique du double cursus à l'école, dans l'élaboration des programmes c'est même un peu l'inverse durant les premières années, car on dispense les élèves des cours de construction de l'école et ils ont donc un déficient de culture constructive par rapport aux autres étudiants. Quand on commence par la formation d'ingénieur on va de la science vers la technique alors qu'avec l'archi on essaye d'être technique dans les questions techniques.

En S9 on a des étudiants variés IA et AI ESTP et aussi archi avec des profils un peu différent. Dans les projets expérimentaux échelle 1 on reconnaît tout de suite les étudiants IA AI qui ont une approche sensible et sensée de la construction. Les IA restant et demeurent imprégnés par leur formation initiale d'école d'ingénieur et de prépas, avec une dextérité dans les outils du projet qui se mixe avec une approche qui se tente d'être rigoureuse, ce qui les distingue des autres. Les IA ont un peu plus de rigidité, on sent qu'on ne les pas eu juste après le bac. Ils sont arrivés un peu plus murs, avec des certitudes notamment sur leurs compétences. Ils ont plus de mal à se projeter et à se mettre en danger. En revanche les AI ce qui apparaît très fort c'est qu'ils ont une maîtrise de l'exercice du projet une approche plus forte que les autres car ils sont une maturité plus grande, ça fait 7 ans qu'ils font du projet, maîtrise des outils plus aboutis. Chez les IA peut-être souvent une impression d'illégitimité, de difficulté à se projeter comme archi plus marqué. »

« Ce qui donne la légitimité à la formation IA c'est que vous avez fait tous les projets, c'est un parcours intense. Les IA sont un peu dans le même état que les archis du parcours classiques contrairement aux AI qui ont 7 ans. Alors que les IA avec le même temps vous avez fait pleins d'autres choses en plus de l'archi, sans parler du côté personnel.

En L3, S5, j'interviens dans le cadre de construction, exercice de transversalité. Très intéressant d'avoir des groupes mélanges. Bâtiments de logements collectifs, études architecturale et structurelle. Les groupes mixtes sont les groupes où il y a beaucoup de richesse et d'interférences. La maturité des IA est davantage en début de parcours alors que celle des AI est plutôt en fin de parcours.

Particulièrement les IA qui l'ont pour arriver avec de la maturité. Ils arrivent avec une capacité de raisonnement, de travail d'analyse, ils guident le groupe et arrivent à bien organiser la présentation et la lecture dans toutes les analyses. Très riche la collaboration entre les différents profils. Chacun à une histoire, un parcours qui fait voir les choses sous un angle différent.

Le maître mot c'était 'pas d'école dans l'école', pas de cours particulier bicursus. »

QUESTIONS - Entretien professeurs de l'école d'Ingénieur, ESTP.

- Nature des travaux/projets donnés
- Avis sur les double cursus Ingé-Archi ? En comparaison avec les B ? Ressemblances/différences
- Différences groupes entièrement double cursus, entièrement B, groupe mélangé ?
(Apport d'un groupe mixte, de groupe non mixte)

« Il y a une différence.

Je trouve que les doubles cursus font des projets de meilleure qualité car ils ont une meilleure vision de l'aspect architectural et d'ingénierie.

Avant les B pure et dure, les IA et AI, tous étaient confondus, et ça causait des problèmes d'emploi du temps.

Les AI faisaient des meilleurs projets, car ils avaient 2 à 3 ans de plus de maturité et de compétences avec leur étude d'architecture qu'ils avaient fait, plus de qualité car plus d'expériences.

Les IA qui font les deux en parallèle ont, à mon sens, une vision meilleure de ce qu'est un bâtiment quel qu'il soit, quel que soit son usage. Projet pas en commun avec les B, pas de groupe mixte.

La double formation est une très bonne solution.

On explique dans le cours de B2 que les ingénieurs et les architectes doivent travailler ensemble. Avant les architectes étaient orientés dessin et conception pendant que les ingénieurs confectionnaient. Mais cela ne fonctionne plus, maintenant c'est collaboratif.

Les élèves double cursus comprennent mieux ce besoin de collaboration.

Les élèves archi simple ne font pas de cours d'ingénierie comme à l'ESTP donc la partie calcul et technique est survolé. Le double cursus dilue un peu tout, on fait un mélange des deux, répond à une meilleure nécessité, plus à l'aise en suite pour piloter un projet et concevoir.

Il y a d'autres double cursus en France. Cela donne aux étudiants une plus grande ouverture d'esprit, de meilleures capacités de travail collaboratif, de compréhension. Le double diplôme est vraiment un plus. »

« Principe projet B2 : donner aux ingénieurs une esquisse architecturale, un APS architectural. Puis répondre aux questions comment ça tient, que me proposez-vous comme structure, comme système de façade, quel est l'impact des finitions sur la structure. Comment mettre au point une structure, un choix de structure par rapport à l'intention architecturale du projet, quelle solution architectural, structure, d'enveloppe.

Vue en plan, en coupe. Ce n'est pas pareil qu'un plan d'architecte, il n'y a pas les mêmes informations, on cherche la cohérence dans les solutions, comment faire collaborer des ingénieurs qui viennent soutenir un projet architectural -> angle droit de partout, simpliste, pas architectural

Les rendus des IA sont de meilleure qualité car on a des cours de dessins alors qu'on n'a pas de dessin industriel en Ingé. Les IA savent faire un dessin à main levé, une perspective. Le B n'ont pas de cours dessin donc ils vont directement sur Autocad ce qui donne des rendus très simplistes et pauvres, et ils complètent avec des détails de Google. On perd en cohérence. Les IA n'ont pas peur de dessiner à la main. Pas spécialement de différence dans les maquettes numériques même s'il y en a de plus en plus chez tous les élèves. Mais les IA ont un autre regard.

A la sortie de l'école, les IA ont beaucoup plus de maturité et de compréhension en architecture et en ingénierie.

Beaucoup plus d'architecte associé en ingénierie dans le monde anglosaxon. Des architectes qui ont le savoir-faire c'est rare. »