



ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE PARIS LA VILLETTE

SEMINAIRE SAVOIR DES ACTIVITES DE PROJET INSTRUMENTEES

L'OUTIL D'APPRENTISSAGE DU DESSIN D'ARCHITECTURE SUR LES CAPACITES DES ETUDIANTS

ETUDE DE LA VISION DANS L'ESPACE DES ETUDIANTS EN FONCTION DE
LEUR FORMATION AU DESSIN D'ARCHITECTURE

MAUD DELFORCE

JANVIER 2024

Encadrée par Anne Tuscher, Joaquim Sylvestre & François Guéna



Tout d'abord je souhaite remercier les enseignants qui ont encadré cette recherche : François Guéna, Joaquim Silvestre et Anne Tüscher.

Je tiens également à remercier tous ceux qui m'ont soutenue et motivée, particulièrement Arthur et Andréa, merci pour votre bonne humeur.

Merci également à ma famille, tout particulièrement mes parents et mon grand-père, qui ont pu être là pour moi tout au long de cette recherche, pour apporter conseils, commentaires et relectures, mais également pour supporter mes longues explications et m'aider à en démêler les fils.

Merci à toi Nathan d'avoir toujours été là, de ton soutien sans failles, envers et contre tout

SOMMAIRE

Sommaire	2
Introduction.....	3
Chapitre 1 : Etat de l'Art.....	7
1.1. – outils numérique & dessin d'architecture : définitions.....	7
1.2. – Croquis ou dessin d'architecture, quelles différences ?.....	12
1.3. – Le dessin à la main en école d'architecture	13
1.4. – le DAO, utilisation en études vs en agence : le cours de projet.....	16
1.5. – le dessin d'architecture et son enseignement : la géométrie descriptive.....	19
Chapitre 2 – La recherche : Questionnements, Objectifs, Hypothèses et Moyens.....	23
2.1. – Les types de cursus et leurs caractéristiques	23
2.2. – Dessin et Croquis : Identifier différentes méthodes d'apprentissage.....	24
2.3. – Outil d'Apprentissage et Capacité de Vision dans l'Espace.....	25
2.4. – Dessin à la main VS D.A.O. : l'Avis des Etudiants.....	25
2.5. : Hypothèses	26
2.6. : Elaboration du questionnaire	27
2.7. : Elaboration du test.....	28
Chapitre 3 – Résultats & Analyse	30
3.1. – Population Questionnée.....	30
3.2. – Traitement préliminaire des données	31
3.3. – Enseignement du dessin d'architecture et D.A.O : Quels logiciels pour quel apprentissage ?.....	34
3.3. – Usage du Croquis et Apprentissage	37
3.4. – Enseignement du dessin d'architecture et Logique Spatiale	39
3.5. : Analyse des questions d'opinion : quelques remarques intéressantes.....	41
Conclusion	45
Bibliographie	47
Table des illustrations	49
Annexes.....	51
1. Script du questionnaire.....	51
2. Script du test – questions.....	53
3. Script du test – réponses.....	66

INTRODUCTION

La technologie nous rend incapables. Car en effet, qui peut encore se targuer d'être bon en calcul mental dans l'ère où les calculatrices font légion ? Et pourtant, cette même technologie si souvent diabolisée n'est-elle pas également celle qui nous a permis de construire toujours plus haut, en terrain toujours plus inhospitalier ? Car désormais soulagés des tâches aujourd'hui informatisées, génération après génération, nous sommes toujours plus dépendants de cette informatique pour des tâches pourtant si simples que même une machine peut s'en charger. Mais tout le temps, toute l'énergie libérés par cette nouvelle béquille numérique, peuvent désormais être alloués à des tâches autrement plus nobles, autrement plus complexes. Alors, dans le cas du dessin d'architecture, sommes-nous aujourd'hui devenus des imbéciles, incapables de dessiner par nous même ce qui était enfantin pour nos grands-parents, ou avons-nous su alléger et simplifier une tâche répétitive afin de gagner en efficacité, en productivité ?

Avant tout chose, il faut expliciter ce qu'on entend par « dessin d'architecture ». Dans le langage commun, un dessin est la représentation picturale d'un objet. Le Larousse donne cette définition de mot dessin (dans le sens de représentation) :

0- Représentation sur une surface de la forme (et éventuellement des valeurs de lumière et d'ombre) d'un objet ou d'une figure, plutôt que de leur couleur.

1- Technique et art de cette représentation : Apprendre le dessin. École de dessin.

2- Toute production graphique : Dessin d'enfant.

Cependant en architecture, ce qu'on appelle dessin d'architecture n'est pas juste une représentation graphique d'un objet. Qu'il s'agisse d'un plan, d'une coupe, ou même d'une axonométrie, qui représente un objet dans ses trois dimensions, l'objectif est avant tout de transmettre de l'information. Ce dessin-là, par sa nature même est un outil de communication pour les architectes, et en tant que tel, il se doit d'être clair et fonctionnel. On utilise d'ailleurs souvent le terme de « document graphique » pour parler de plan. Il ne s'agit pas là uniquement d'un dessin, mais également d'un document utile au projet, comme pourrait l'être un rapport écrit ou un tableau Excel dans d'autres milieux professionnels, mais ici présenté sous forme graphique, le langage de l'architecte étant principalement visuel. Evidemment, l'architecte ne dessine pas uniquement des dessins d'architecture, il réalise parfois des croquis, plus sensibles, qui participent de la production architecturale, sans toutefois posséder la même fonction.

La recherche présentée ici s'intéressera uniquement à l'apprentissage et à l'exercice du dessin d'architecture par des étudiants. Ainsi, dans la suite de ce mémoire, je ferai une distinction entre les termes de croquis, et de dessin d'architecture.

Effectivement, le dessin d'architecture a été un élément fondamental du début de mon apprentissage de l'architecture. Qu'il s'agisse d'analyser des plans en les redessinant, ou de dessiner mes premiers projets, c'était un impératif absolu : Il fallait dessiner pour s'entraîner, et surtout il fallait dessiner à la main. Alors, il me semblait absolument évident qu'apprendre l'architecture était synonyme d'apprendre à la représenter à la main.

Et l'ordinateur dans tout ça ? La question se pose car, comme dans la plupart des autres domaines, l'architecture a connu un changement rapide d'outil avec l'ère de l'informatique. Depuis plusieurs années, c'est la quasi-totalité de la production architecturale qui est dessinée par ordinateur, quand il y a seulement quelques décennies, c'était l'intégralité de la production qui était dessinée à la main, et ce depuis aussi loin qu'existe le métier d'architecte.¹ Mais aujourd'hui, ces nouveaux outils numériques et autres logiciels évoluent très vite, déployant toujours de nouvelles technologies au service du dessin d'architecture. Et il ne fait aucun doute que ces changements ont des impacts sur la façon de travailler des architectes. Aujourd'hui, il n'y a plus aucune agence qui ne soit pas passée, au moins en partie, au dessin numérique, sous quelque forme que ce soit.

Cependant dans l'apprentissage du dessin d'architecture en Ecole d'Architecture, le dessin assisté par ordinateur est loin d'être l'unique méthode de dessin utilisée. Dans mon école par exemple, nous n'étions autorisés à dessiner nos projets à l'ordinateur qu'à partir de la troisième année (parfois vers la fin de la deuxième année avec certains professeurs plus conciliants). Et cet impératif étant une des seules choses qui mettaient d'accord tous les professeurs de projet, il n'est jamais apparu comme quelque chose qui aurait pu être remis en cause.

Pourtant, lors de ma mobilité Erasmus en Angleterre, dans l'Université de Bath, j'ai été confrontée à un autre modèle : un apprentissage où il n'y avait aucun impératif sur le dessin à la main pendant les premières années, voire où l'usage des logiciels était encouragé dès la première année. N'ayant jamais connu que des professeurs de projet qui vantaient les mérites du dessin à la main, je réalisais qu'il ne s'agissait pas de la seule façon d'apprendre le dessin d'architecture. De façon purement logique, s'il était absolument nécessaire d'apprendre l'architecture en la dessinant à la main, il aurait été tout simplement impossible de former correctement une nouvelle génération d'architectes en Angleterre, et cette façon d'enseigner aurait bien vite été abandonnée.

Cette expérience à l'étranger m'a permis de prendre du recul sur les méthodes d'enseignement de l'architecture. Et en creusant, il est apparu qu'il existe deux grands types de modèles qui ont pu être mis en place par les écoles d'architecture.²

Le premier type, qu'on appellera dans la suite type « main », sépare l'apprentissage du dessin d'architecture de la maîtrise des logiciels qui servent aujourd'hui à la dessiner. D'abord, les étudiants apprennent à dessiner l'architecture et à se familiariser avec des concepts de représentation et de codification, intégralement à la main. Ensuite, une fois que les bases du dessin d'architecture sont maîtrisées, les étudiants peuvent transférer ces savoirs acquis sur les divers logiciels nécessaires à l'exercice de leur métier.

Le deuxième type, appelé type « numérique » dans la suite, propose de former les étudiants à l'architecture en utilisant directement les outils utilisés dans le monde professionnel. Le dessin d'architecture est ainsi enseigné conjointement à la maîtrise de plusieurs logiciels qui permettent de la dessiner, sans nécessiter d'apprentissage d'abord à la main.

¹ Polly Brown, 2009, CAD : Do Computers Aid the Design Process After All? Intersect, 2(1).

² Laurent Lescop, 2020, La place des outils numériques dans l'enseignement du projet : comparaison entre une école française et une école américaine,

Ces deux méthodes, bien que similaires, divisent la communauté enseignante³, qui cherche à déterminer laquelle est la mieux adaptée pour la formation des jeunes architectes. De nombreux arguments pour chaque méthode, qui seront explicités plus loin dans ce mémoire, existent mais aucun consensus scientifique ne semble être atteint. Existe-t-il des arguments rationnels qui permettraient de trancher ?

Afin d'apporter une première piste de réponse, je me suis intéressée à un argument en particulier qui est souvent mentionné par les partisans du dessin à la main : il développerait chez les étudiants la capacité à voir dans l'espace. En effet, l'exercice du dessin d'architecture à la main force celui qui s'y essaye à dessiner plusieurs vues en 2D qu'il trace en simultanée, et qui correspondent à un objet figuré en 3D dans l'imaginaire du dessinateur⁴. Ainsi, lorsqu'on dessine des plans et des coupes à la main, on s'exerce à voir et à manipuler des objets et des espaces en trois dimensions dans son cerveau. Or, lorsqu'on utilise des logiciels qui permettent de dessiner une maquette numérique, autrement dit une représentation en 3D de l'objet architectural, le plan et la coupe sont dessinés directement par l'ordinateur, et le dessinateur ne fait plus l'exercice mental de projection. Ces logiciels sont très utiles pour des architectes qui souhaitent gagner du temps, mais s'ils sont utilisés par des étudiants, on pourrait imaginer que s'ils n'ont pas d'abord appris à dessiner à la main, ils n'effectuent jamais cet exercice mental.⁵ Et d'un point de vue pédagogique, cela justifierait l'apprentissage du dessin d'architecture à la main. Mais ce n'est pas le seul argument dans ce débat, j'y reviendrai plus en détail dans la suite de ce mémoire.

Pour tenter d'y voir plus clair il peut être intéressant de tester la capacité des étudiants à voir dans l'espace, en fonction de leur cursus de formation, et ainsi établir un potentiel lien de cause à effet. Autrement dit, on peut se poser les questions suivantes : Existe-t-il une méthode d'apprentissage du dessin d'architecture plus adaptée pour garantir une bonne vision dans l'espace aux étudiants ? Et si oui laquelle ? Afin d'y répondre, la méthode de recherche envisagée consistera à soumettre les étudiants à un test qui se base sur des méthodes d'évaluation du QI, spécifiquement pour l'évaluation de la vision dans l'espace, afin d'établir une mesure la plus objective possible de cette capacité. Ce test sera ensuite diffusé à des étudiants ayant suivi des cursus différents, accompagné d'un questionnaire qui recueille des informations sur leurs habitudes et les outils de dessin d'architecture qu'ils utilisent. Ensuite, les résultats obtenus seront étudiés avec une analyse statistique pour évaluer la corrélation entre les résultats des étudiants et leurs cursus d'étude.

³ Timothy Onosahwo lyendo, 2015, computer-aided design (cad) technology versus students' learning in architectural design pedagogy – a controversial topic review, *International Journal of Development Research*, 5(01), 3152–3158

⁴ Nicolas Bresch, 2019, À propos du DAO pour le dessin des blocs d'architecture : (mais pas seulement). « *Le dessin en géométral, de son côté, suppose une certaine maîtrise de l'articulation, plus précisément de la correspondance spatiale entre plan, coupe et élévation, ou plus généralement entre les trois dimensions de l'espace euclidien orthonormé classique* »

⁵ T. Pilkaitė, 2010, Designed objects visualization with Autodesk CAD systems [Conférence].

Afin d'y répondre, je vais commencer par récapituler le mieux possible l'état actuel de la recherche, afin de poser des définitions qui seront utiles par la suite, mais aussi afin de détailler les différentes problématiques liées à l'apprentissage du dessin d'architecture. Cela me permettra ensuite de dégager les premiers questionnements et hypothèses afin de mener ma recherche, et d'établir précisément le questionnaire qui sera utilisé pour y répondre. Enfin, j'analyserai les résultats de ce questionnaire, afin d'en tirer des améliorations possibles, des conclusions sur les étudiants étudiés, et si possible des remarques d'ordre plus générales sur l'enseignement du dessin d'architecture.

CHAPITRE 1 : ETAT DE L'ART

L'essentiel de ce chapitre sera consacré à une revue critique de la littérature, où je m'efforcerai d'indiquer les arguments favorables à l'une et à l'autre des 2 positions, ainsi que les objections qu'on peut formuler à leur endroit. J'en tirerai l'indication d'un élément qui mérite d'être étudié de façon plus approfondie et qui sera l'objet central de ta recherche : la capacité à voir dans l'espace. Mais, au préalable, il me paraît indispensable de définir aussi précisément que possible, comment la nature de la relation entre l'utilisateur et le type d'outil numérique qu'il utilise est modifiée par rapport la relation qui est instaurée dans le cas du dessin effectué à la main. Cette réflexion sera l'occasion de distinguer ce qui différencie une série de termes : dessin à la main ou par logiciels, dessin d'architecture et croquis, croquis de conception et dessin de rendu...

1.1. – OUTILS NUMERIQUE & DESSIN D'ARCHITECTURE : DEFINITIONS

La production architecturale est aujourd'hui dans son immense majorité dessinée à l'aide d'un ordinateur. Mais il existe de nombreux logiciels différents qui permettent d'arriver sensiblement aux mêmes rendus graphiques et ceux-ci n'ont pas tous le même type d'interaction avec l'utilisateur.

Le premier type est le dessin analogue au dessin à la main. Qu'il s'agisse de dessin sur un support physique, c'est-à-dire une feuille de papier, ou sur un support numérique, une tablette, qu'elle soit munie ou non d'un écran, le geste reste sensiblement le même.



*Figure 1 : tablette graphique sans écran
Source : petithebertot.fr*



*Figure 2 : tablette graphique avec un écran
Source : les cahiers du debutant.fr*

Il existe évidemment quelques différences entre cette technologie et le dessin classique sur une feuille, comme la possibilité de dupliquer des éléments ou de revenir en arrière, mais pour cette étude, ces technologies seront considérées comme analogues au dessin à la main. Ainsi, on considérera ici que les dessins qui ont été tracés avec un geste dit « classique » main-stylo sur une surface plane, sont des dessins à la main, bien qu'ils puissent être réalisés sur un support physique, ou sur un écran, scannés ou imprimés, retravaillés de l'une ou de l'autre manière.

En effet, ce qui est ici fondamental pour cette étude, c'est l'interaction qui existe entre le dessinateur et son dessin. Dans le cas d'un dessin dit « à la main », qu'il soit sur un support physique ou numérique, c'est le geste du stylo qui va créer la forme dessinée, et interagir directement avec les pixels de l'écran, ou la feuille dans le cas d'un dessin classique. Le résultat graphique est la traduction directe du geste sur le papier, l'interaction donne directement un résultat en pixel. Dans la suite, ce type de technologies sera appelé « Logiciels manuscrits ».

Le second type regroupe les logiciels dits « vectoriels ». Ce sont des logiciels qui demandent à l'utilisateur de tracer des traits de façon vectorielle, donc en indiquant un début et une fin, à l'aide du pointeur d'une souris, ou de coordonnées dans l'espace du dessin. Il s'agit alors de logiciels comme AutoCAD, un des logiciels basés sur ce principe le plus utilisé pour le dessin d'architecture en France.

L'interaction entre l'utilisateur et le dessin est donc, dans ce cas, modifiée, avec un nouvel intermédiaire : la géométrie. L'utilisateur va utiliser un outil géométrique (segment, droite, rectangle, cercle...) et lui donner des caractéristiques. Ensuite le logiciel trace la forme qui résulte de cette géométrie, et va ainsi créer le dessin : un résultat graphique sur les pixels de l'écran. Et ce résultat pourrait être strictement identique à celui dessiné avec une méthode dite « à la main ».

Le troisième et dernier type de logiciel fonctionne sur un principe de modules, préprogrammés dans le logiciel et qui correspondent à des objets réels. L'utilisateur va alors sélectionner dans une banque d'objet prédéfinis le symbole qu'il souhaite utiliser, puis en modifier les caractéristiques de taille, de proportion, de couleur, et même selon les logiciels, de matériau, avec les caractéristiques physiques associées. Ce type de logiciels modulaires est ainsi souvent plus spécifique au domaine dans lequel il est utilisé, car, dépendant des modules qui seront nécessaires au dessinateur auquel il s'adresse. Ainsi, le logiciel ArchiCAD prend en compte spécifiquement les attentes et les besoins classiques d'un architecte, tandis que des logiciels comme Revit, plutôt pensés pour répondre aux besoins de nombreux métiers de la construction, peuvent s'adapter à ceux d'un architecte ou d'un ingénieur, en fonction du gabarit choisi par l'utilisateur. Dans la suite, je référerai à ce type de logiciels par le nom de logiciels « métier »

Dans ce cas, l'interaction entre l'utilisateur et l'écran, passe d'abord par la sélection d'un objet architectural (mur, porte, cloison, fenêtre, escalier...). Le logiciel traduit ensuite cet objet architectural en une série de formes géométriques préétablies, et souvent ajustables par l'utilisateur. Enfin, cette géométrie donne un résultat graphique, en pixels sur l'écran.

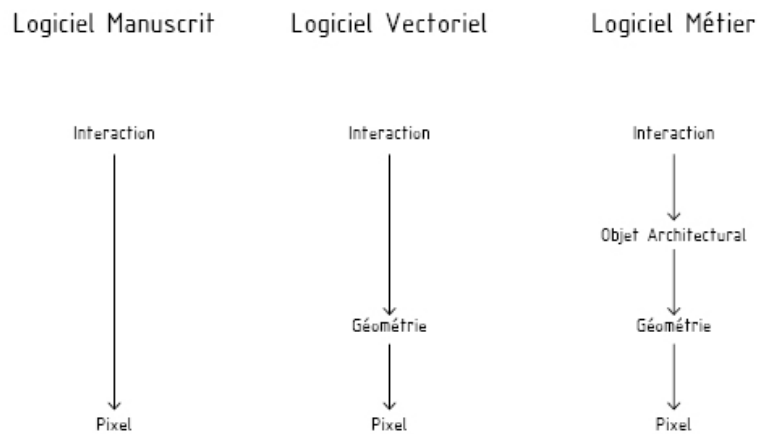


Figure 3 : Schéma récapitulatif des interactions machine-utilisateur par type de logiciels
Source : Auteur

Cette modification de l'interaction implique une différence dans la façon dont un utilisateur va dessiner un objet pour arriver au même résultat graphique. Lorsque l'on dessine « à la main », pour tracer un mur, on trace deux traits parallèles, l'un après l'autre (ou peut-être avec un copié-collé si on dessine sur une tablette). Si l'on dessine ce même mur sur un logiciel vectoriel, on va utiliser un outil qui correspond à un objet géométrique, comme un rectangle ou un segment, auquel on donne des caractéristiques de dimensions. Et ce même mur, sur un logiciel métier, sera dessiné avec l'outil mur auquel on communique une information de début et de fin, mais aussi toutes les caractéristiques physiques qui correspondent au mur du projet.

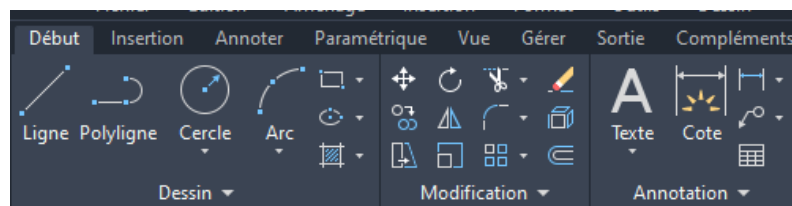


Figure 4 : Barre d'outils par défaut de Autocad
Source : Auteur

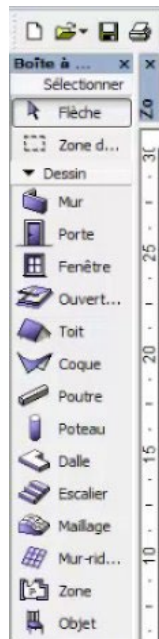


Figure 5 : Barre d'outils par défaut de Archicad
source : Auteur

Il reste toutefois une différence à établir : le nombre de dimensions utilisées par les logiciels. Les systèmes d'interactions vectoriels ou modulaires peuvent fonctionner en deux ou en trois dimensions. Certains fonctionnent uniquement pour dessiner des documents graphiques en deux dimensions, et d'autres permettent l'élaboration d'un modèle 3D. Les logiciels fonctionnant en 3D demandent à l'utilisateur de dessiner une maquette numérique en trois dimensions de l'objet à représenter, puis dessinent, à partir d'un outil interne au logiciel, une projection en plan ou en coupe, tracée automatiquement. Ces outils permettent d'éditer les documents avec beaucoup plus de liberté que sur un dessin tracé à la main. Par exemple, déplacer une ligne de coupe sur la maquette 3D permet d'obtenir la nouvelle coupe dans un délai de quelques secondes, quand cela demande un nouveau dessin lorsque l'on travaille à la main.

Il existe toutefois des logiciels comme AutoCAD qui, bien qu'ils puissent être utilisés en théorie pour dessiner de la 3D, ne permettent pas de réaliser de projections rapides automatisées, et fonctionnent principalement en deux dimensions. L'utilisateur trace chaque dessin en deux dimensions, pour chaque angle de vue de l'objet dessiné, et peut dans certains cas les assembler pour créer un dessin en 3D dans le logiciel s'il le souhaite. Mais, lors d'une modification, c'est à l'utilisateur de modifier le dessin dans les différentes projections 2D qu'il a dessinées, cette modification n'étant pas automatisée. Ainsi, si on voulait avec ce type de logiciels, modifier une ligne de coupe, on devrait ici manuellement modifier le dessin pour qu'il corresponde à la nouvelle projection. Pour le bien de cette étude, on appellera donc logiciel 3D uniquement les logiciels qui réalisent une maquette numérique en trois dimensions, et qui permettent des projections automatiques. Et donc, on appellera logiciels 2D, les

logiciels qui demandent à l'utilisateur de dessiner lui-même ses projections en deux dimensions, même si celles-ci peuvent être assemblées pour créer un dessin en trois dimensions.

Ces différentes technologies (vectoriel vs métier et 2D vs 3D) ne s'excluent pas mutuellement et peuvent se combiner. Ainsi, les logiciels avec une interaction vectorielle peuvent fonctionner sur un principe 2D ou sur un principe 3D. Et il en est de même pour les logiciels avec une interaction modulaire, ils peuvent exister en 2D, ou en 3D.

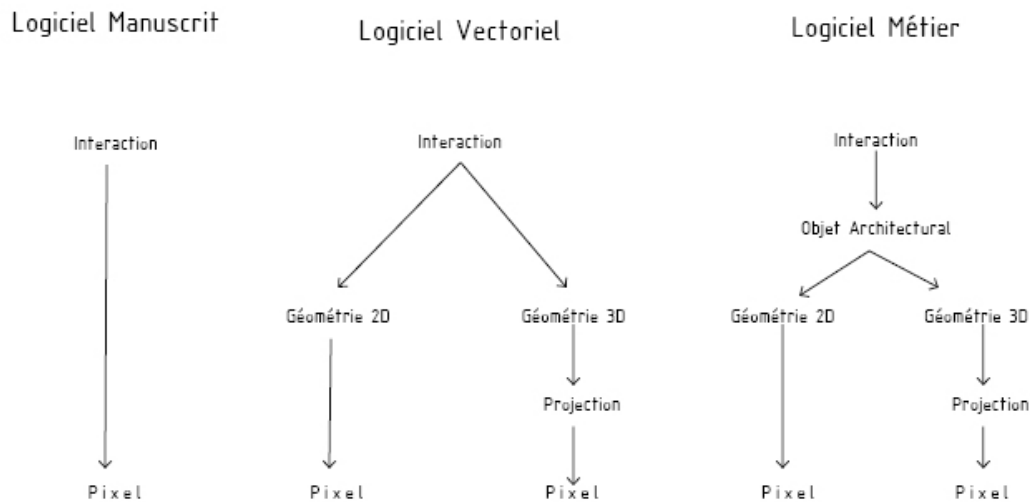


Figure 6 : schéma récapitulatif des interactions machine-utilisateur par type de logiciels (étendu à la 3D)
Source : Auteur

De plus, il existe des logiciels pour de nombreux cas de figure. Ainsi, avec Sketch Up, on dessine en 3D, mais avec un principe vectoriel, tandis qu'avec REVIT, on dessine également en 3D, mais avec des modules. AutoCAD quant à lui, fonctionne sur un principe vectoriel, et sur un principe qu'on considérera ici comme 2D, pour des questions d'automatisation de la projection.

1.2. – CROQUIS OU DESSIN D'ARCHITECTURE, QUELLES DIFFERENCES ?

Comme mentionné précédemment, en architecture, un dessin à la main n'est pas synonyme de croquis. Un croquis, en tout cas ce qu'on entend dans ce mémoire par ce terme, est un dessin d'ébauche, qui sert dans la phase de recherche de la conception. Qu'il soit dessiné à la main, sur une feuille, un calque, ou même une tablette numérique, ou qu'il soit dessiné avec n'importe lequel des logiciels mentionnés plus haut, sa dimension de croquis tient dans sa forme simple et peu détaillée, mais aussi dans l'usage qu'en fait l'architecte comme un outil de conception. Ainsi, dans la suite, le terme croquis se réfère à des dessins simples et rapides à exécuter pour l'architecte, qui exprime ses intentions, et servent à résoudre des questions de conception.

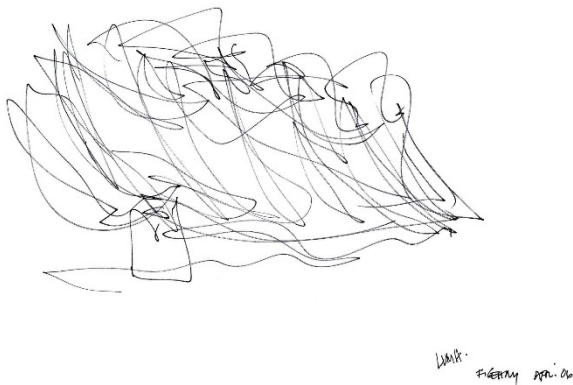


Figure 7 : Exemple de croquis – la fondation Vuitton par Frank Gehry
Source : fondation Vuitton

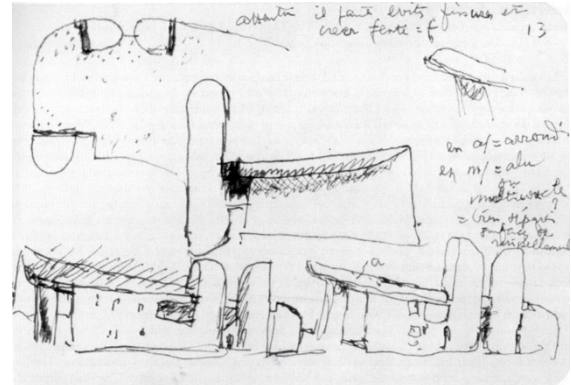


Figure 8 : Exemple de croquis – Notre Dame du Haut par Le Corbusier
Source : musée de Notre Dame du Haut

Un dessin d'architecture, bien que souvent réalisé aujourd'hui avec un logiciel de dessin assisté par ordinateur, peut toutefois être réalisé avec un outil de dessin à la main (qu'il soit physique comme un stylo sur du calque, ou bien numérique comme une tablette graphique). Sa dimension de dessin d'architecture tient dans la précision qui lui est accordée, et son usage de document de rendu, et non pas de conception. Il s'agit d'un dessin plus formel que le croquis.

Evidemment, il existe des dessins qui sont un peu à cheval entre les codes de représentations que l'on associe aux deux types : croquis ou dessin d'architecture. Finalement, un plan lorsqu'il n'est pas abouti peut commencer à présenter des caractéristiques formalisées tout en gardant une dimension de recherche peu détaillée sous certains aspects. La différence ici est alors dans le niveau de détail habituellement représenté à certaines échelles de dessins, ce qui selon moi donne ou non une impression de croquis. Lorsqu'un dessin semble anormalement peu détaillé, on aura tendance à le considérer comme un croquis, qui participe à la conception en cours, et non comme un plan, dans le sens de représentation graphique du projet abouti.

Toutefois, cette subtilité ne sera pas prise en compte dans l'étude qui va suivre, on considérera ici que le caractère déterminant du croquis ou du plan est l'usage qu'en fait l'architecte. Cette étude s'intéressant à l'interaction entre l'architecte qui dessine et le logiciel qu'il utilise, il me semble que ce que l'architecte pense être en train de dessiner a plus d'intérêt ici que les caractéristiques du résultat de son dessin.

1.3. – LE DESSIN A LA MAIN EN ECOLE D'ARCHITECTURE

Dans le débat sur le meilleur outil d'apprentissage du dessin en école d'architecture, il existe de nombreux arguments en faveur du dessin à la main.

D'après l'étude « Reconstructing the effects of computers on practice and education during the past three decades. » réalisée par A. Andia en 2002, le dessin à la main permet, par sa nature, de rationaliser un projet. En effet, lorsqu'il est réalisé à la main, le dessin est souvent simplifié. Comme les détails doivent être chacun dessinés, et ne sont pas piochés dans une banque de modules pour être ajoutés, ils nécessitent plus de temps. C'est d'autant plus vrai lorsque ce dessin à la main est réalisé sur une feuille, où il n'est pas possible de copier-coller des éléments qui n'auraient besoin d'être dessinés qu'une seule fois. C'est pourquoi, le dessin, lorsqu'il est réalisé à la main, a tendance à être plus simple, afin de gagner du temps. Cette simplification de la forme fait revenir celui qui le dessine à l'essence du projet, pour ne représenter que ce qui est absolument nécessaire. Le dessin permet ainsi de rationaliser les décisions de conception, en gardant à l'esprit les informations essentielles, sans se perdre dans la représentation de détails.

De plus, Polly Brown explique en 2009 dans son article intitulé « CAD: Do Computers Aid the Design Process After All? » que la présence de logiciel dans le processus de conception modifie le processus lui-même.⁷

Cette modification de la méthode de conception a été étudiée par Hannah et Barber en 2001, qui ont observé la façon de concevoir d'étudiants en architecture, en fonction de l'outil qui leur a été imposé. L'étude conclut que les étudiants, lorsqu'on leur impose d'utiliser du dessin assisté par ordinateur pour leur conception, ont une approche qui passe de croquis -> élaboration d'un concept, à une forme qui élimine le croquis et devient réflexion -> élaboration d'un concept. Ainsi, il apparaît que lorsque les étudiants n'utilisent que des outils de dessin assisté par ordinateur, ils ne réalisent plus de croquis, qu'ils soient à la main ou pas.

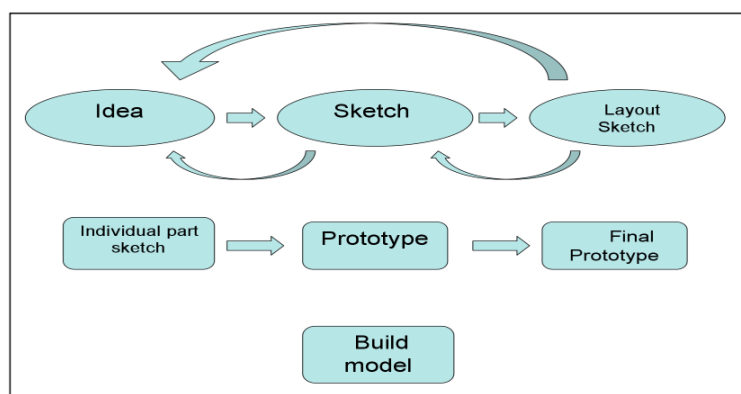


Figure 9 : Le processus de conception avant l'introduction du DAO
Source : P. Brown (2009)

⁷ L'étude porte sur des étudiants en ingénierie, mais les méthodes de conceptions décrites et, surtout, les logiciels utilisés sont similaires sinon identiques aux études d'architecture.

Polly Brown, 2009, CAD: Do Computers Aid the Design Process After All? Intersect, 2(1).

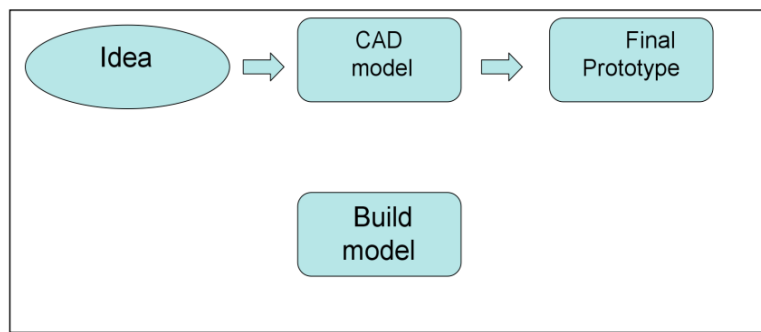


Figure 10 : Le processus de conception après l'introduction de la DAO
Source : P. Brown (2009)

Brown va plus loin, en expliquant que les étudiants, lorsqu'ils dessinent leurs projets à la main pendant la phase de conception, peuvent les modifier rapidement et aller à l'essentiel de leurs intentions plus aisément. Ils développent ainsi un concept avant de réaliser les dessins précis qui vont décrire ce concept. Lorsque les dessins sont réalisés trop vite avec des logiciels, surtout lorsqu'il s'agit de modélisation 3D, le concept risque de ne pas encore être clairement établi, et la modélisation du projet risque de prendre le pas sur son élaboration. Ainsi, le dessin à la main est un outil particulièrement efficace pour la conception : Il en simplifie grandement le processus et permet de mieux rationaliser les intentions. Le croquis, au sens de dessin utilisé pour concevoir, serait donc d'une plus grande aide dans le processus de conception, lorsque celui-ci est réalisé à la main.

Ainsi, il semble que réaliser les croquis de conception à la main aide le projet, mais ce ne sont pas des croquis dont il est question au sujet de l'apprentissage du dessin d'architecture à la main. En effet, le croquis et le dessin d'architecture sont deux pratiques différentes, il n'est donc pas évident que l'apprentissage de l'une influe directement sur l'autre. Une première piste est donnée dans l'étude de A. Shu intitulée « Touch versus tech: hand-drawn or computerrendered techniques », qui identifie une peur de la part des professeurs de voir les capacités de dessin à la main de leurs étudiants diminuer avec un cursus qui n'intègre plus d'apprentissage du dessin à la main de l'architecture. Bien que produire des documents graphiques à l'aide de logiciels n'empêche en rien les étudiants de tout de même continuer à concevoir à l'aide de croquis réalisés à la main, il semble que la pratique du dessin d'architecture à la main agisse comme une première prise en main des outils pour ensuite pousser les étudiants vers de la conception à la main. De plus, cet apprentissage du dessin d'architecture, est le seul moment où les étudiants apprennent à dessiner l'architecture à la main.

C'est pourquoi, c'est souvent à travers cet enseignement du dessin d'architecture qu'est présentée la pratique du croquis à la main. Il en résulte alors une peur de la disparition de cette pratique si le dessin d'architecture venait à être enseigné à l'aide de logiciels, et non plus avec des outils de dessin à la main. Comme l'explique T. Onosahwo⁸, l'absence totale des logiciels de dessin assisté par ordinateur dans les cours de projets durant les premières années d'études est une conséquence de l'inquiétude de nombreux professeurs de projet, que leurs élèves n'acquerraient jamais ces compétences de croquis et de conception. Ainsi, cette inquiétude face à la disparition naturelle de

⁸ Timothy Onosahwo lyendo, 2015, computer-aided design (cad) technology versus students' learning in architectural design pedagogy – a controversial topic review, *International Journal of Developpement Research*, 5(01), 3152-3158

la pratique du dessin d'architecture à la main, conséquence de la transition numérique du milieu professionnel pousse les professeurs à s'accrocher à une manière de faire. Et pourtant, il semble bien que l'utilisation du numérique dans la pratique architecturale, ne va faire qu'augmenter avec le temps, les ordinateurs étant toujours plus présents dans les écoles d'architecture. Comme l'a explicité A. Andia en 2002⁹, tous les étudiants en architecture sont aujourd'hui équipés d'ordinateur personnels, qu'ils emmènent avec eux pour aller en cours. Et on ne peut imaginer qu'aujourd'hui, 20 ans plus tard, la tendance n'a fait que s'accroître.

Ainsi, le débat qui semble exister autour de l'apprentissage et de la pratique en cours de projet du dessin d'architecture est plutôt relatif à la pratique du croquis. Le problème se situant alors dans le fait que le croquis n'est pas réellement enseigné aux étudiants dans les cursus actuels. Il s'agirait plutôt d'une conséquence intuitive d'un apprentissage du dessin d'architecture à la main. Lorsque les étudiants apprennent, puis redessinent l'architecture à la main pour leurs propres projets, ils prennent l'habitude de dessiner à la main. Ainsi, lorsqu'ils commencent à réfléchir à un projet, ils vont intuitivement utiliser ces outils avec lesquels ils sont à l'aise pour réfléchir et concevoir. Si on observe cette peur chez les professeurs de voir la pratique du croquis à la main disparaître chez les étudiants avec la disparition de l'enseignement du dessin d'architecture à la main, c'est bien que la première est une conséquence de la seconde. Ainsi, même si l'apprentissage du dessin d'architecture à la main n'est pas nécessaire, il fait office de base pour l'enseignement du croquis, qui est efficace principalement s'il est dessiné à la main.

Dans un monde où la pratique du dessin d'architecture à la main a tendance à disparaître, il apparaît alors comme fondamental de repenser l'enseignement de la pratique du croquis à la main pour la conception. En effet, elle pourrait potentiellement être enseignée en tant que telle, ce qui il me semble, permettrait d'appuyer sur son importance auprès des étudiants, plutôt que de compter sur l'enseignement du dessin d'architecture à la main pour leur faire comprendre de façon détournée, l'importance des croquis de conceptions à la main. Toutefois, s'il est possible de séparer enseignement du dessin d'architecture et pratique du croquis, se poserait alors la question du bien fondé de conserver des années d'étude entièrement dédiées à l'apprentissage du dessin d'architecture à la main dans le cursus d'architecture.

⁹ A. Andia, 2002, Reconstructing the effects of computers on practice and education during the past three decades. *Architectural Education*, 56(2), 7-13.

1.4. – LE DAO, UTILISATION EN ETUDES VS EN AGENCE : LE COURS DE PROJET

La formation des étudiants au dessin d'architecture à la main est d'autant plus remise en question, que ce n'est plus aujourd'hui, la méthode utilisée par les agences d'architecture. En effet, les logiciels semblent avoir permis de simplifier grandement la production des architectes en agence, et ont ainsi largement pris le pas sur les productions manuscrites. Comme l'explique P. Brown dans son étude¹⁰, les logiciels de DAO permettent aujourd'hui de produire des documents finaux plus vite, et avec une plus grande précision, assurant aux professionnels du métier une plus grande efficacité dans leur production. Les logiciels de BIM (Building Information Modeling) comme Revit, garantissent aujourd'hui un échange rapide et facilité entre les différents corps de métier intervenant dans la construction.

De plus, Cil et Pakdil ont observé en 2007¹¹ que l'utilisation des logiciels de DAO en agence d'architecture pousse les collaborateurs à échanger beaucoup sur leurs projets, l'échange de fichiers étant rapide et facilité par la connexion en serveur des différents postes de travail. Cela leur permet une grande efficacité pour créer en groupe, et facilite les discussions de conception entre pairs.

Mais ce qui est observé en agence ne peut pas être exactement transposé tel quel en école d'architecture. Tout d'abord, comme on l'a déjà explicité dans le chapitre 1.3., la finalité d'un atelier de projet, qui permet à l'étudiant de concevoir et dessiner sa propre architecture, n'est jamais la production architecturale en tant que telle, mais la formation de l'étudiant qu'elle permet. Les projets imaginés par les étudiants en atelier n'ont pas vocation à être construits, ils ne sont que des exercices qui leur permettent d'acquérir les clés de leur futur métier. Ainsi, il fait sens qu'un outil qui serait adapté pour une production de documents graphiques de rendu en agence, n'est pas aussi fondamental en école. Certes, les étudiants produisent des documents graphiques de rendu, et vont donc certainement être amenés à utiliser ces mêmes outils, il est donc important pour eux d'apprendre à maîtriser ces outils durant leur formation, afin de pouvoir ensuite être embauchés en agence.

Toutefois, ce sont leurs capacités de conception qui sont également observées et entraînées pendant un atelier de projet, et rien ne dit que les logiciels de DAO soient les meilleurs outils pour cela. Tout d'abord, il faut rappeler le fonctionnement de l'enseignement de la pratique de l'architecture : l'atelier de projet. Ce cours fonctionne comme un enseignement pratique, où l'objectif est de faire concevoir des projets d'architecture aux étudiants. Ainsi, au cours de projets hypothétiques, l'étudiant apprend les codes et les bases de son futur métier, le dessin certes, et les outils qui permettent de le réaliser, mais aussi et surtout la conception. Et cette conception s'enseigne par des corrections successives par un professeur, souvent praticien, de propositions de projet effectuées par l'étudiant.¹² Ce cours est alors l'occasion pour l'étudiant de s'entraîner à concevoir, mais aussi à dessiner des documents de rendu, qui vont, sauf dans les cas où une production à la main a été rendue obligatoire, être dessinés à l'aide de logiciels de DAO. Le problème est alors que ces documents, comme ils sont

¹⁰ Polly Brown, 2009, CAD: Do Computers Aid the Design Process After All? Intersect, 2(1).

¹¹ E. Cil & O. Pakdil, 2007, Design instructor's perspective on the role of computers in architectural education: a case study. METU Journal of the Faculty of Architecture, 24(2), 123-136

¹² Guy Lambert, 2014, La pédagogie de l'atelier dans l'enseignement de l'architecture en France aux XIXE et XXE siècles, une approche culturelle et matérielle.

requis par les professeurs, se confondent avec des documents qui permettent la conception, qui eux sont plus efficaces s'ils ont été dessinés à la main, comme explicité dans le Chapitre 1.3 (page 10). Comme l'expliquent Robertson et Radcliffe dans leur article en 2007¹³, les logiciels de DAO sont particulièrement inadaptés à des activités de conception, d'autant plus chez des novices. Ces logiciels permettent de produire de très belles représentations de projet, souvent très détaillées et donnent ainsi une illusion de complétude et de précision. Dès lors, ils vont stopper le processus de création plus vite que des outils de dessin à la main. Et les étudiants en font souvent les frais, car, encore inexpérimentés, ils n'ont pas toujours le recul nécessaire pour réaliser que c'est l'outil qui donne une impression de projet terminé, et non pas le projet qui est réellement arrivé à son aboutissement. Selon Polly Brown, les logiciels de DAO sont des outils puissants pour finaliser un design, mais ce design doit avoir été conçu autrement, sous-entendu à la main. Comme Ertu Unver le résume dans son article en 2006¹⁴ :

« Computers can only enhance a good concept »

Ainsi, il semble fondamental pour un étudiant d'apprendre au cours de ces ateliers de projet à distinguer les deux types de dessins produits, et les outils qui leur sont associés. Les dessins de conception, les croquis, qui ont tout intérêt à être dessinés à la main, ou sur tout support, qu'il soit physique ou numérique, qui conserve le geste du crayon. Et les dessins d'architecture de rendu, coupes, plans ou élévations, qui tendent à être dessinés à l'aide de logiciels aujourd'hui, pour plus d'efficacité et de précision du dessin.

Par ailleurs, l'atelier de projet est cependant l'occasion pour les étudiants d'avoir des conversations sur des questions de conceptions. Avec le ou les professeurs qui corrigent, certes, mais également avec d'autres étudiants, à la manière d'un brainstorming collectif.¹⁵ Ces conversations permettent une émulation créative bénéfique pour le projet et pour la formation de l'étudiant, qui apprend à consolider ses idées, et à élargir son champ des possibles. Or Rabee Reffat a observé en 2005¹⁶ que la DAO permet aux étudiants le même échange rapide et facilité qu'en agence. D'après lui, un environnement d'enseignement qui intègre la DAO permet aux étudiants d'échanger entre eux sur leurs projets, et de se nourrir les uns les autres dans leur recherche créative. La communication entre étudiants facilitée par l'envoi rapide de fichiers est selon lui la clé pour repenser les ateliers de projets afin d'y intégrer un environnement virtuel : la conversation s'ouvre ainsi d'une correction individuelle entre un professeur et un étudiant, vers tout le reste de la classe, et permet un enseignement plus collaboratif.

Toutefois, la conversation entre un professeur et un étudiant qui a lieu durant un atelier de projet peut être rendue plus laborieuse dans le cas de documents de rendu dessinés à la main. Dans

¹³ F. Robertson & F. Radcliff, 2009, Impact of CAD tools on creative problem solving in engineering design. *Computer Aided Design*, 41(3), 136-146

¹⁴ Ertu Unver, 2006, Strategies for the Transition to CAD Based 3D Design Education. *Computer-Aided Design & Applications*, 3, 323-330

¹⁵ Guy Lambert, 2014, La pédagogie de l'atelier dans l'enseignement de l'architecture en France aux XIXE et XXE siècles, une approche culturelle et matérielle. *Perspective. Actualité en histoire de l'art*, 1, 129-136.

¹⁶ Rabee Reffat, 2005, Collaborative Digital Architectural Design Learning within 3D Virtual Environments. *Proceeding of 10th international conference on computer aided architecture design research in Asia*, 65-74.

leur article de 2000 J. Laiserin et C. Linn¹⁷ expliquent que les documents dessinés à l'aide de logiciels peuvent engendrer des désaccords entre des professeurs, qui ont été formés au dessin d'architecture à la main, et leurs étudiants, qui dessinent uniquement à l'aide de logiciels. Le problème réside dans la difficulté pour les professeurs d'enseigner une compétence aux étudiants avec un outil qu'ils ont appris dans des conditions très différentes. De plus, dessiner à la main implique une façon de penser le dessin qui est très différente de celle qui a lieu lorsque l'on dessine à l'aide d'un logiciel de DAO. Un mur qui sera constitué de deux traits parallèles, séparés d'une certaine distance correspondant à l'épaisseur pour un dessinateur à la main, correspondra à l'utilisation d'un outil « mur » réglé sur les caractéristiques désirées, avec un début et une fin, spécifiés avec un pointeur ou des coordonnées pour quelqu'un qui dessine sur un logiciel métier. Sans entrer dans les détails de ce que cela implique sur les capacités cognitives, on peut imaginer sans mal que les deux méthodes ne soient pas tout à fait équivalentes pour la façon de penser le dessin des deux dessinateurs. L'incompréhension qui en résulte peut ainsi porter préjudice à la conversation entre l'étudiant et son professeur, alors que cette conversation est le fondement même de l'enseignement par l'atelier du projet. Il apparaît alors plus clairement pourquoi les écoles d'architecture ont pu être aussi attachées à conserver un enseignement du dessin d'architecture à la main en France : cela permettrait d'éviter de nombreuses incompréhensions. On peut toutefois préciser que cette méthode semble alors connaître une fin, il va être de plus en plus rare avec le temps de croiser des architectes qui ont appris exclusivement à la main, et l'enseignement du dessin d'architecture à la main pourrait alors tendre à disparaître.

¹⁷ J. Laiserin & C. Linn, 2000, Challenges for the digital generation, *Architectural Record*, 188 (12), 166-

1.5. – LE DESSIN D'ARCHITECTURE ET SON ENSEIGNEMENT : LA GEOMETRIE DESCRIPTIVE

Maintenant que l'on a établi l'usage du dessin d'architecture au cours de l'atelier de projet dans la formation des architectes, il me semble intéressant de se pencher sur la façon dont le dessin d'architecture est lui-même enseigné. Apprendre à dessiner de l'architecture, c'est aussi apprendre à encoder de l'information avec des symboles établis et compréhensibles. Comme l'explique J. Guéneau avec ses « tableaux logiques¹⁸ » :

« Dans le dessin d'architecture tout est à la même distance, aplatis par convention au zéro du plan de la feuille et toutes les unités symboliques sont graduées dans un même rapport d'échelle »

Ainsi, la représentation architecturale ne correspond pas à ce qui est vu, mais à une perception déformée « aplatie » et compréhensible seulement par des codes qui permettent d'identifier ce qui est devant ou derrière, vu ou caché, dans le plan du dessin ou en dehors.

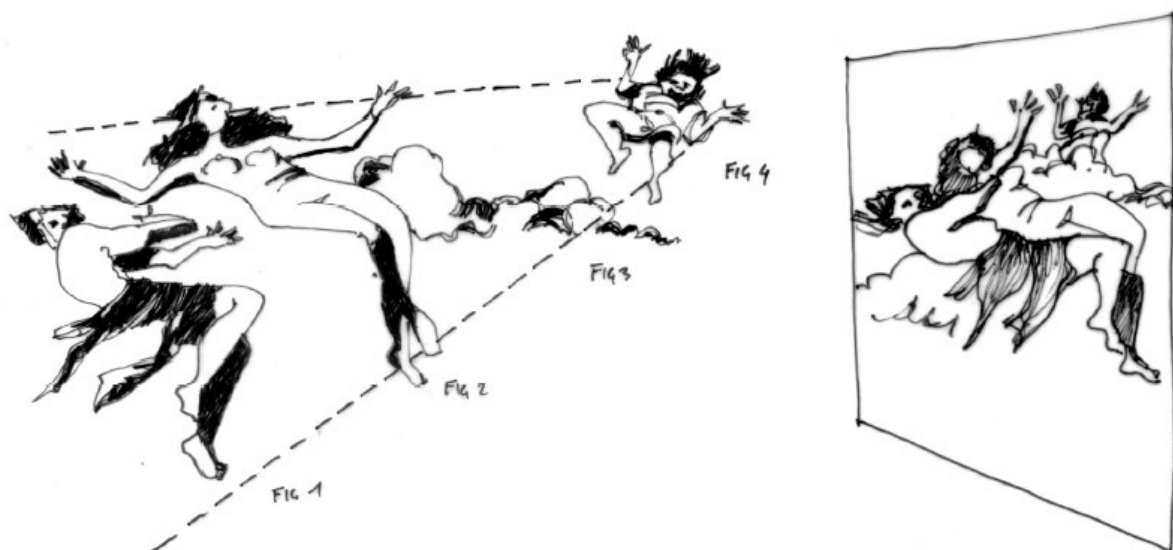


Figure 11 : La projection en perspective déforme l'objet dessiné, contrairement à la projection du plan d'architecture
source : Ill 02 par Jérôme Guéneau

Les « unités symboliques » qui correspondent aux éléments de l'architecture, portes, fenêtres, escaliers, etc..., constituent un code qui rend le dessin lisible pour qui y est habitué. Le dessin d'architecture n'est pas une représentation purement illustrative : elle est une représentation symbolique, qui permet de transmettre de l'information.

¹⁸ Jérôme Guéneau, 2019, Remarques d'ordre général sur le dessin d'architecture—Tableaux logiques et représentations. Séminaire Une autre façon de raconter Ill. p.5

On peut alors imaginer que pour vraiment comprendre le code, il faut être capable de s'exprimer soi-même, et de l'avoir dessiné de mémoire, ce qui est possible si on le dessine à la main, mais beaucoup plus compliqué si on utilise un logiciel qui trace lui-même les symboles.

On peut aller plus loin en se penchant sur la correspondance spatiale qui existe entre les différents documents qui décrivent un même projet architectural. Le code de l'architecture n'est pas relatif uniquement à un document à la fois, il s'étale sur une série de documents « aplatis », projetés sur des documents en deux dimensions d'un objet qui est lui en trois dimensions. Ainsi explique Guéneau¹⁹ :

« Le plan et la coupe de la représentation codée du dessin d'architecture se citent l'un l'autre [...]. Ils s'informent l'un de l'autre mais conservent des informations propres à leur ordre de représentation. »

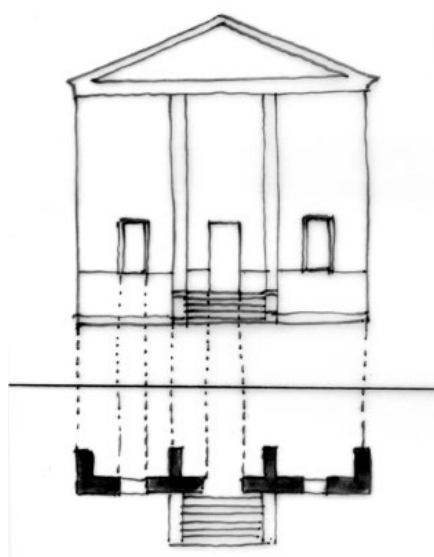


Figure 12 : La correspondance spatiale dans le dessin d'architecture
Source : Ill08 par Jérôme Guéneau

Cette correspondance spatiale constitue une des difficultés du dessin d'architecture, car il est fondamental que tous les documents d'un même projet, lorsqu'ils se font référence, soient cohérents entre eux et ne montrent pas de choses qui ne pourraient coexister. Cette correspondance spatiale implique que le dessinateur soit capable de se représenter correctement l'objet en trois dimensions qu'il dessine. Comme dans le cas de l'architecture, cet objet est seulement en projet, et donc encore inexistant, son unique représentation qui puisse exister est celle qui existe dans l'esprit du dessinateur. L'architecte peut éventuellement s'aider d'une maquette pour créer la représentation mentale de son projet, mais il devra alors dans tous les cas faire cet effort de visualisation dans l'espace de son

¹⁹ Jérôme Guéneau, 2019, Remarques d'ordre général sur le dessin d'architecture—Tableaux logiques et représentations. Séminaire Une autre façon de raconter Ill.p.26

projet avant de pouvoir le réaliser. Le projet en trois dimensions est donc uniquement une représentation implicite des différents documents de représentation, visualisée dans l'esprit du dessinateur.

Pourtant, dans le cursus des écoles d'architectures, il existe un cours qui permet aux étudiants de s'entraîner avec cette visualisation, et la correspondance spatiale de volumes projetés sur des espaces en deux dimensions : la géométrie descriptive. Ce cours fait dessiner aux étudiants divers volumes, les projections et les ombres portées qu'ils créent, et se réalise, à ma connaissance toujours à la main. Avec cet apprentissage, les étudiants s'exercent à visualiser des espaces et à en dessiner les projections géométrales correctes.

Toutefois, cet exercice ne peut pas être réalisé avec n'importe quel outil. Et aujourd'hui, les nombreux logiciels qui permettent de créer des modèles 3D des projets d'architectures ne demandent plus au dessinateur de faire ses propres projections : elles sont automatiquement calculées par le logiciel. Le projet est représenté en trois dimensions dans un « espace-objet », puis est projeté dans diverses directions sur des « espaces-papiers » qui ont une dimension et une échelle fixe. Un des problèmes de cette séparation entre objet et papier est la disparition de l'échelle « vraie » du dessin. L'objet dessiné n'est pas limité en précision, l'utilisateur peut zoomer à l'infini, mais la projection dessinée par le logiciel aura elle une échelle, qui n'est plus essentielle au moment du dessin²⁰. Cette disparition de l'échelle n'est d'ailleurs pas spécifique au logiciels 3D, et elle a déjà été beaucoup mentionnée, établie et étudiée dans la littérature scientifique²¹, mais ce n'est pas sur cela que j'aimerais discuter.

Ce qui, à mon sens, n'a pas encore été assez explicité, est la représentation explicite des trois dimensions du projet qui y est permise. Le calcul automatique des projections, donc des dessins d'architecture qui vont permettre de représenter et de comprendre le projet, ne demande plus d'effort de visualisation.

T. Pilkaite expliquait dans sa conférence de 2010²², qu'il a observé que les logiciels de DAO permettent aux étudiants d'avoir une meilleure compréhension du projet, plus approfondie et plus réaliste. Et cela paraît logique, s'ils n'ont plus besoin de fournir un effort pour visualiser leur projet en trois dimensions, ils peuvent se concentrer sur la compréhension et la conception de cet espace dans ses détails. De la même façon qu'aujourd'hui on ne se sert plus de sa mémoire ou d'une carte, qui nécessite d'être lue et comprise, pour s'orienter dans une ville, mais d'un GPS, on n'a plus besoin d'imaginer le projet en trois dimensions pour le voir, il suffit de le dessiner.

Et cette visualisation a semble-t-il, déjà eu des effets sur les productions architecturales. Alexandru Neagu dans son article sur « la place des outils numériques dans l'enseignement du projet d'architecture »²³ présente de travaux d'étudiants de l'ENSA de Paris-Val de Seine produits entre 2014 et 2015. Il y observe des formes géométriques complexes, décalées de axes orthogonaux du dessin, et des formes organiques. Cette architecture dite « non standard » ou « de

²⁰ **Jérôme Guéneau**, 2019, Remarques d'ordre général sur le dessin d'architecture—Tableaux logiques et représentations. Séminaire Une autre façon de raconter III.

²¹ **Damien Claeys**, 2018, De la crise de l'échelle en conception architecturale à l'opération fondamentale de mise à l'échelle du réel ; **Jérôme Guéneau**, 2019, Remarques d'ordre général sur le dessin d'architecture—Tableaux logiques et représentations. Séminaire Une autre façon de raconter III ; **Nicolas Bresch**, 2019, À propos du DAO pour le dessin des blocs d'architecture : (mais pas seulement). **Et sûrement d'autres**

²² **T. Pilkaite**, 2010, Designed objects visualization with Autodesk CAD systems [Conférence]

²³ **Alexandru Neagu**, 2015, La place des outils numériques dans l'enseignement du projet en architecture. Le numérique éducatif, 4-22.

blobs » est apparue selon lui avec les logiciels de dessin en 3D, qui suppriment « la difficulté de mesurer directement les vraies grandeurs des objets biaux ou courbes [qui] décourageait la conception de bâtiments trop irréguliers. ».

Cette nouvelle technologie semble ainsi avoir ouvert un nouveau champ des possibles en architecture, mais elle implique une conséquence pour les étudiants, selon moi peut-être un peu sous-estimée. Si l'exercice de visualisation mentale n'est plus nécessaire pour dessiner, les étudiants n'ont plus de raison de s'y entraîner. Et d'ailleurs, même les cours de géométrie descriptive connaissent leurs limites afin d'enseigner cette capacité de vision dans l'espace. En effet, ils ont lieu dans une temporalité restreinte au cours des études d'architectures, sont de moins en moins utilisés par la suite, face à l'omniprésence des logiciels en 3D dans la production architecturale des étudiants, voire proposent des exercices qui pourraient être résolus par les étudiants avec de la 3D. En effet, s'il existe un outil qui permet de réaliser rapidement et plus facilement l'exercice qui est proposé à un étudiant, il paraît logique qu'il soit utilisé, plutôt que la méthode plus dure qui consiste à le réaliser à la main, soyons réalistes.

Mais alors on peut se poser la question, la vision dans l'espace est-elle seulement nécessaire pour être un architecte ? Evidemment la réponse à cette question est loin d'être évidente. Je vais admettre ici pour la suite que la logique spatiale aide les étudiants à comprendre et réaliser des dessins d'architecture, principalement pour la question de correspondance spatiale. Cette correspondance des projections en deux dimensions qui créent les plans, étant nécessaire pour la cohérence d'un projet architectural, il me semble qu'être capable de la manipuler aisément dans l'espace constitue une aide pour dessiner l'architecture. Mais on pourrait évidemment admettre, que face à l'automatisation de cette tâche permise par les ordinateurs, savoir le faire soi-même ne constitue plus un prérequis. Il en va de même pour de nombreuses capacités autrefois maîtrisées par différents experts, aujourd'hui complètement inutiles car faisables, aussi bien si ce n'est mieux, par des machines (on pensera par exemple au calcul mental, ou à la navigation GPS). Ainsi, la capacité de vision dans l'espace, bien que n'étant plus absolument nécessaire, a fait partie de la pratique architecturale, et il me semble tout de même intéressant de s'intéresser à sa disparition ou non chez les étudiants, que cela constitue quelque chose de regrettable ou non.

Tout cela m'amène à poser la question : si on ne s'exerce plus à la vision dans l'espace pendant les études d'architecture, en résulte-t-il réellement une perte de capacités chez les étudiants ? C'est la question que je souhaite explorer dans la suite de ce mémoire, en allant observer et mesurer les capacités de vision dans l'espace des étudiants dans différentes écoles d'architecture en France.

CHAPITRE 2 – LA RECHERCHE : QUESTIONNEMENTS, OBJECTIFS, HYPOTHESES ET MOYENS

Après les premières réponses qu'a pu établir la revue de l'état de l'art, il me semble qu'il est fondamental de fonder la recherche qui va suivre sur une observation des habitudes et des capacités des étudiants en architecture. En effet, l'apprentissage du dessin d'architecture chez les étudiants s'effectue en deux phases : tout d'abord des cours théoriques qui apprennent à maîtriser les outils (représentation de l'architecture, géométrie descriptive ou cours d'informatique), et ensuite les cours de projet, lors desquels les étudiants s'exercent à utiliser ces outils pour produire leurs propres dessins d'architecture. Ainsi, au-delà de l'outil d'apprentissage, qui concerne plutôt les premiers cours, il me paraît plus particulièrement intéressant de recenser les habitudes et les outils qui sont effectivement utilisés par les étudiants lorsque ceux-ci dessinent leurs propres projets. Les quatre prochaines parties qui vont suivre correspondent aux quatre objectifs de cette recherche.

2.1. – LES TYPES DE CURSUS ET LEURS CARACTERISTIQUES

L'objectif premier étant de juger de la pertinence d'un outil d'apprentissage du dessin d'architecture sur l'autre (cf. introduction p.5), j'ai envisagé de construire cette recherche à l'aide d'un questionnaire à faire remplir aux étudiants, afin d'établir tout d'abord les caractéristiques de leur cursus. Ce questionnaire va ainsi permettre d'établir l'école de formation de l'étudiant questionné, ainsi que des caractéristiques de cursus de cette école, tels que l'année des premiers cours d'informatique, l'obligation ou non de dessiner la production architecturale du cours de projet à la main, ou les logiciels enseignés. Les différences de cursus seront étudiées selon les dires des étudiants, plutôt que d'après l'étude de programmes officiels des écoles, car il me paraît plus intéressant d'avoir les réponses subjectives des étudiants sur ce sujet. L'objectif est ici d'observer avant tout ce que les étudiants ont effectivement fait, appris et retenu en cours, et pas uniquement ce qui est décrit dans les programmes officiels. Ainsi, les questions posées aux étudiants leur demanderont d'auto évaluer leurs habitudes et les outils qu'ils utilisent principalement pendant leur conception architecturale.

De plus, le cours de projet constitue celui qui, selon moi, est le plus intéressant pour cette étude, car il s'agit du cours où les étudiants vont produire leurs propres documents graphiques de projet. Mais, ce cours est donné en petits effectifs, et avec des contraintes qui peuvent varier fortement d'un professeur à l'autre. Effectivement, les sujets des projets, ainsi que les attendus exacts sur la production architecturale des étudiants sont souvent laissés à la discrétion des professeurs de projet, même avec des lignes directrices au niveau de l'école, voire de l'éducation nationale. Cette grande diversité d'objets d'étude et d'outils utilisés pour la production architecturale des étudiants dans le cadre du cours de projet m'ont poussée à fonder ma recherche d'abord sur ce qui est dit de ces cours par les étudiants, plutôt que sur les directives nationales auxquels ils sont soumis.

Une fois cette différence de cursus établie, j'ai voulu établir des liens entre la méthode d'apprentissage du dessin d'architecture, et des questionnements qui sont nés au cours de ma recherche préliminaire sur le sujet.

Tout d'abord, la classification des logiciels établis au chapitre 1.1 peut permettre d'identifier différents types de logiciels. Et s'il existe différents types de logiciels, avec des logiques d'interactions avec l'utilisateur différentes, il me paraît intéressant d'établir quels logiciels sont plus utilisés que les autres par les étudiants en architecture, s'il en existe. Ainsi, j'ai envisagé de questionner les étudiants sur leurs habitudes de dessin, afin de déterminer si certains types de logiciels sont privilégiés par les étudiants, et s'ils sont utilisés pour des tâches spécifiques. Il sera alors ensuite possible d'établir un potentiel lien entre l'outil utilisé pendant l'apprentissage du dessin d'architecture et celui qui est utilisé par l'étudiant par la suite pour réaliser ses propres dessins d'architecture en cours de projet.

2.2. – DESSIN ET CROQUIS : IDENTIFIER DIFFERENTES METHODES D'APPRENTISSAGE

Ensuite, après avoir pris conscience de l'importance de l'outil de dessin utilisé pour la production des croquis, (chapitre 1.3), il m'a semblé pertinent de questionner les étudiants sondés sur leur pratique du croquis. D'abord, il serait intéressant de se rendre compte de la proportion des étudiants qui déclarent réellement utiliser le croquis dans leur recherche de conception architecturale. Ensuite, l'outil de dessin du croquis étant si important, il faudrait questionner les étudiants sur l'outil qu'ils utilisent en majorité lorsqu'ils dessinent des croquis. Il serait ensuite possible d'établir des corrélations entre outil d'apprentissage du dessin d'architecture (et donc école et formation du répondant) et pratique du croquis à la main.

Cela permettrait d'établir deux choses. La première, si les étudiants réalisent encore des croquis en phase de conception de leurs projets, et sont encore dans un schéma de pensée think -> sketch -> concept, ou si l'absence d'apprentissage du dessin d'architecture à la main fait complètement passer les étudiants dans un schéma think -> concept (cf. chapitre 1.3. p.14)

Si le croquis est finalement toujours utilisé par les étudiants, peu importe l'outil d'apprentissage du dessin d'architecture, la crainte face à un enseignement du dessin d'architecture entièrement assisté par ordinateur n'est plus aussi justifiée. Cela permet uniquement de rappeler l'importance d'insister sur l'outil de dessin de ces croquis, et de la réelle efficacité du dessin à la main pour les dessins de conception.

J'en arrive ainsi à la seconde réponse à établir : si la pratique du croquis à la main se perd réellement avec la prévalence des dessins assistés par ordinateur dans la formation des jeunes architectes. Et si, comme mentionné dans le chapitre 1.3, les croquis sont bien plus efficaces lorsqu'ils sont dessinés à la main, il me paraît intéressant d'essayer d'observer comment ils sont effectivement dessinés par des étudiants qui auraient connu un apprentissage du dessin d'architecture intégralement assisté par ordinateur. Ainsi, il serait possible d'établir si des modifications pourraient être mises en place dans l'enseignement de l'architecture, afin de mettre l'accent sur cette pratique, si utile aux étudiants. Et si, même avec un apprentissage du dessin d'architecture assisté à l'ordinateur, les étudiants continuent à pratiquer le croquis à la main, il sera possible de conclure que la crainte de la

communauté enseignante face aux nouveaux outils de dessin de l'architecture ne doit pas les empêcher de les enseigner à leurs étudiants, tant qu'ils arrivent à transmettre l'importance des bons outils pour le bon type de dessin.

2.3. – OUTIL D'APPRENTISSAGE ET CAPACITE DE VISION DANS L'ESPACE

Enfin, j'ai établi lors du chapitre 1.5 un questionnement qui, selon moi, reste trop souvent sous-évalué lors du débat sur l'outil le plus adapté à l'apprentissage du dessin d'architecture : les conséquences du choix de l'outil d'apprentissage sur la vision dans l'espace des étudiants. Pour tester cette question, en plus du questionnaire transmis aux étudiants pour identifier leurs formations et leurs habitudes, j'ai envisagé de créer un test, afin d'essayer de mesurer le plus objectivement possible les capacités des étudiants sur ce point. Pour ce faire, je me suis basée sur les tests qui permettent d'évaluer le QI, spécifiquement les tests dits de « logique spatiale » qui donnent une mesure de l'aisance d'un individu à imaginer et manipuler dans son esprit des objets en trois dimensions.

Je vais ouvrir ici une petite parenthèse. Les tests de logique spatiale comme ceux que j'envisage de mettre en place ne sont pas forcément complets et ne permettent certainement pas de donner une mesure complète des capacités d'un individu. Malgré de nombreuses imprécisions, ils me semblent pertinents pour une première mesure. Ils sont rapides à mettre en œuvre, et ne nécessitent pas de long entretien personnalisé, qui sont sinon requis pour des mesures précises des capacités cognitives des individus.

Ce test, diffusé aux étudiants en même temps que le questionnaire, permet de déterminer si on peut observer une corrélation entre les capacités de vision dans l'espace des étudiants en fonction de leur outil d'apprentissage du dessin d'architecture.

2.4. – DESSIN A LA MAIN VS D.A.O. : L'AVIS DES ETUDIANTS

Enfin, j'ai décidé de profiter de ce questionnaire sur le sujet pour recueillir l'opinion des étudiants sur leur formation. Je trouve notamment qu'il y a beaucoup d'enseignants qui se sont exprimés sur la question de l'obligation du dessin d'architecture à la main pendant les premières années d'étude en architecture, mais que les étudiants ont peu l'occasion de s'exprimer sur le sujet. C'est pourquoi j'aimerais questionner les étudiants afin d'avoir leurs retours et avis sur la formation en architecture, afin de comparer ce qu'ils disent à propos des différents avis exprimés par la communauté enseignante.

2.5. : HYPOTHESES

Pour chaque questionnaire établi dans le chapitre 2.1, il convient maintenant de poser les bonnes hypothèses de travail, afin de définir précisément les variables à étudier. Tout d'abord, voici un récapitulatif des questions soulevées.

Question 1 : L'outil de dessin le plus utilisé par les étudiants, est-il déterminé par l'outil de leur formation au dessin d'architecture ?

Question 2 : Les étudiants en architecture utilisent-ils des croquis en phase de conception quel que soit l'outil de leur formation au dessin d'architecture ?

Question 2 bis : Ces croquis, lorsqu'ils sont utilisés, sont-ils dessinés avec un outil déterminé par celui de leur formation au dessin d'architecture ?

Question 3 : Peut-on établir un lien entre outil d'apprentissage du dessin d'architecture et capacités de vision dans l'espace des étudiants ?

Ces trois questions étant relatives à l'outil d'apprentissage du dessin d'architecture, il convient de diffuser ce questionnaire à des étudiants qui peuvent être séparés en deux groupes : ceux qui ont appris le dessin d'architecture à la main (type main) et ceux qui ont appris le dessin d'architecture avec des outils de DAO (type numérique).

Concrètement, cela correspond à des étudiants de différentes écoles d'architecture, ayant des cursus de formations différents. Afin de classer les différentes écoles dans les deux types, je me suis basée sur les réponses des étudiants lors du questionnaire, sur les caractéristiques de leur formation (quels outils, en quelle année, etc). Ensuite, ces résultats ont été comparés aux programmes officiels publiés par les écoles, afin de vérifier la position déclarée de l'école sur le sujet, mais je reviendrais plus en détail sur ce sujet lors de l'échantillonnage des données.²⁴

Toutes les écoles étudiées sont des écoles d'architecture situées en France, cela pour des raisons de temps et de complexité de mise en place de l'expérience. Même si l'origine de mon questionnaire se situe dans une confrontation avec les écoles d'architecture à l'étranger, il ne m'a pas été possible de mettre en place une étude internationale dans le temps imparti du mémoire de fin de master. Toutefois, je reste convaincue de la pertinence d'une étude à plus grande échelle qui permettrait d'observer les conséquences chez des étudiants issus de différents systèmes d'enseignements relatifs à l'outil d'apprentissage du dessin d'architecture.

Maintenant que les questions sont établies, et que la population questionnée est clairement définie, il reste à poser les hypothèses qui devront être étudiées.

²⁴ Cf. chapitre 3.1 p.32

Pour répondre à la question 1, on pose l'hypothèse :

H1 : l'outil de dessin d'architecture le plus utilisé par les étudiants est déterminé par le type de leur formation

De même, pour la question 2, on a :

H2 : Le croquis est utilisé par tous les étudiants, quel que soit leur type de formation

H2bis : Ces croquis sont réalisés à la main, indépendamment du type de formation

Enfin, pour la question 3,

H3 : Les capacités de vision dans l'espace des étudiants en architecture sont déterminées par leur type de formation

Toutes ces hypothèses seront ensuite confirmées ou non par une étude statistique des réponses des étudiants au questionnaire en fonction de leur école de formation, et donc du type de leur formation

2.6. : ELABORATION DU QUESTIONNAIRE

Pour répondre aux différentes hypothèses, le questionnaire est divisé en 3 grandes parties. Tout d'abord, une partie (questions 1 à 8) qui vise à collecter des renseignements personnels sur le répondant, son âge, son activité professionnelle (si le répondant n'est pas un étudiant), le cursus suivi etc... Cette partie sert également à déterminer l'école de provenance et le type d'enseignement du dessin d'architecture suivi (cf. chapitre 2.2 p.26). Le questionnaire a été envoyé en priorité à des étudiants, mais j'ai préféré inclure la possibilité de réponses provenant de personnes déjà diplômées, même s'il ne s'agit pas d'une priorité.

Ensuite, la deuxième partie (question 9 à 19) comporte des questions sur les habitudes de dessin du répondant, et des outils utilisés. L'objectif ici est de déterminer les outils les plus utilisés par les répondants, pour dessiner. Spécifiquement, les questions 11 à 14 portent sur les habitudes de conception des répondants, notamment afin de déterminer les outils qu'ils utilisent en phase de conception, et leur usage du croquis. Les questions 15 à 19 servent à établir les habitudes du répondant en termes de conception en volumes, afin de déterminer s'il s'agit plutôt d'outils physiques ou numériques, en 2D ou en 3D.

Enfin, la dernière partie du questionnaire porte sur des questions d'opinion sur l'enseignement du dessin d'architecture. Il s'agit ici surtout d'une curiosité de ma part, afin d'observer s'il existe des opinions marquées chez les étudiants, qui seraient différentes de celles données par la communauté enseignante dans leurs publications. Ces questions ne seront donc pas analysées quantitativement lors de l'étude statistique, comme les autres, mais elles feront plutôt l'objet d'une relecture qualitative, afin de déterminer si elles soulèvent de nouveaux questionnements. L'avis des enseignants sur la question est désormais connu, celui des étudiants, n'ayant aucune raison d'être identique, pourrait faire naître de nouvelles interrogations, et qui sait, être une première piste pour de futures recherches.

2.7. : ELABORATION DU TEST

Le test est un exercice de vision dans l'espace, qui permet de déterminer une première estimation des capacités de vision dans l'espace des étudiants. Il est basé sur des exercices dit de « logique spatiale », régulièrement utilisés dans les tests de QI. Plus particulièrement, ceux sur lesquels j'ai basé mon test sont ceux qui fonctionnent sur un principe de correspondance spatiale entre des cubes en 3D et leurs « patrons », c'est-à-dire leurs projections en deux dimensions recollées.

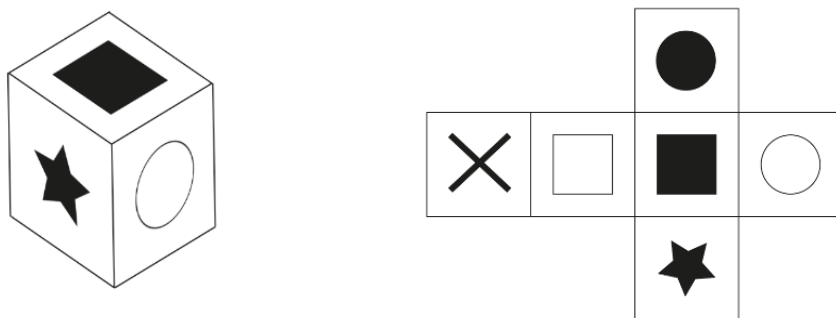


Figure 13 : Exemples de questions posées lors du test – Cubes et dessins géométriques
Source : Auteur

J'ai également souhaité proposer une version plus architecturale à ce test, en utilisant des formes géométriques plus complexes que des cubes, plus proches de formes de bâtiments.

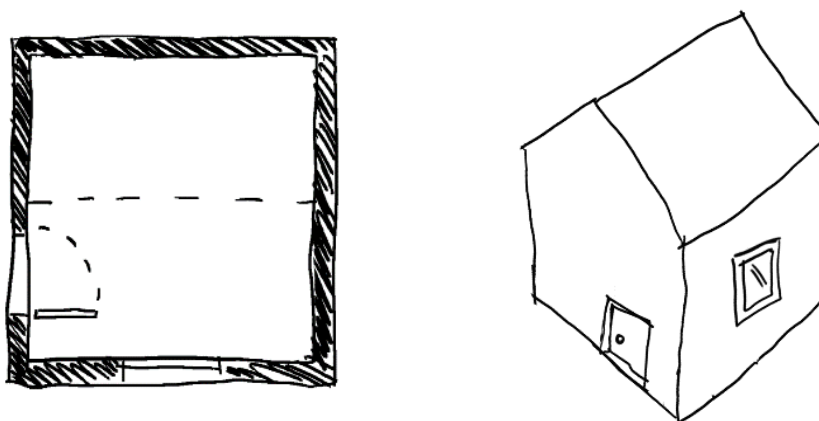


Figure 14 : Exemples de questions posées lors du test – Motifs architecturaux
Source : Auteur

L'objectif de ce test était de tester l'aptitude des répondants pour la correspondance spatiale entre objets 3D et projections 2D (plans et coupes). Afin de simuler cette correspondance spatiale en n'utilisant que des images, donc des représentations en deux dimensions, les objets sont dessinés en axonométrie, qui permettent de figurer trois dimensions.

J'ai également utilisé le « pliage » pour imager une troisième dimension. Avec cette méthode, on n'utilise que des dessins d'objets en deux dimensions, mais on demande au répondant de les manipuler dans une troisième dimension, en en créant une image mentale pliée selon un axe. Il doit alors retrouver parmi les dessins « résultats » de ce pliage, eux aussi en deux dimensions, celui qui correspond au dessin « question » non plié.

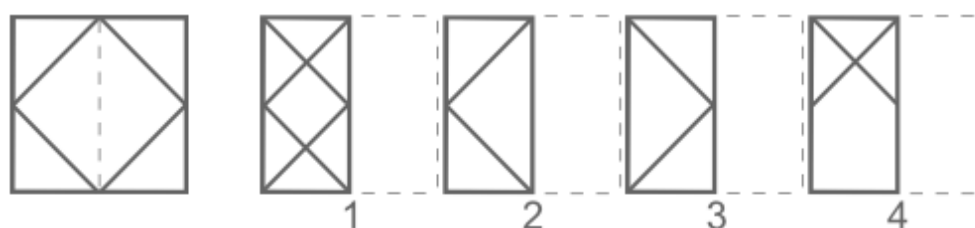


Figure 15 : Exemples de questions posées lors du test – Pliages
Source : Test MonQl.com

Pour la construction des questions de type « pliage », j'ai utilisé des images tirées d'un site qui propose des questionnaires du type de ceux utilisés lors des tests de QI.²⁵

Pour la construction des deux autres tests, j'ai réalisé les dessins par couple de question-réponse. A un dessin d'axonométrie correspond un ou plusieurs dessins de projections planes. Chaque question est constituée d'un dessin dit « question », soit en axonométrie, soit en projection, auquel sont associés quatre dessins « réponses », celui qui correspond au dessin question et trois autres dessins sélectionnés parmi les autres questions. Les dessins réponses qui ne correspondent pas à la question ont toujours été choisis pour être en cohérence avec la question, pour ne pas être trop évidents, ni être des réponses possibles à la question. A chaque fois une étape de vérification a été nécessaire pour garantir la cohérence des réponses et surtout celle des faux dessins réponses proposés.

²⁵ Tests en ligne disponibles sur : <https://www.mon-qi.com/test-logique/pliage/>, consulté en aout 2023.

CHAPITRE 3 – RESULTATS & ANALYSE

Le questionnaire et le test ont été diffusés à l'aide d'un formulaire en ligne google Forms²⁶, ce qui a permis de créer des réponses automatisées sous forme de QCM. Ainsi, j'ai pu extraire un fichier Excel regroupant toutes les réponses, qui lors de la clôture du test, étaient au nombre de 51. Afin de pouvoir utiliser les données des réponses du questionnaire, quelques étapes de traitement ont d'abord été nécessaires. Une fois les données récoltées et préparées, j'ai pu les utiliser pour répondre aux différentes hypothèses posées dans le chapitre 2.2 (3.2 à 3.5)

3.1. – POPULATION QUESTIONNEE

Parmi les réponses obtenues, sont représentées :

- L'ENSA Montpellier, avec 25 réponses
- L'ENSA Nancy, avec 2 réponses
- L'ENSA Nantes, avec 5 réponses
- L'ENSA Paris Belleville, avec 3 réponses
- L'ENSA Paris la Villette, avec 10 réponses
- L'ENSA Paris-Malaquais, avec 1 réponse
- L'ENSA Saint Etienne, avec 1 réponse
- L'ESA, avec 1 réponse

Les 3 autres réponses correspondent à des personnes qui n'ont pas fait d'études en architecture.

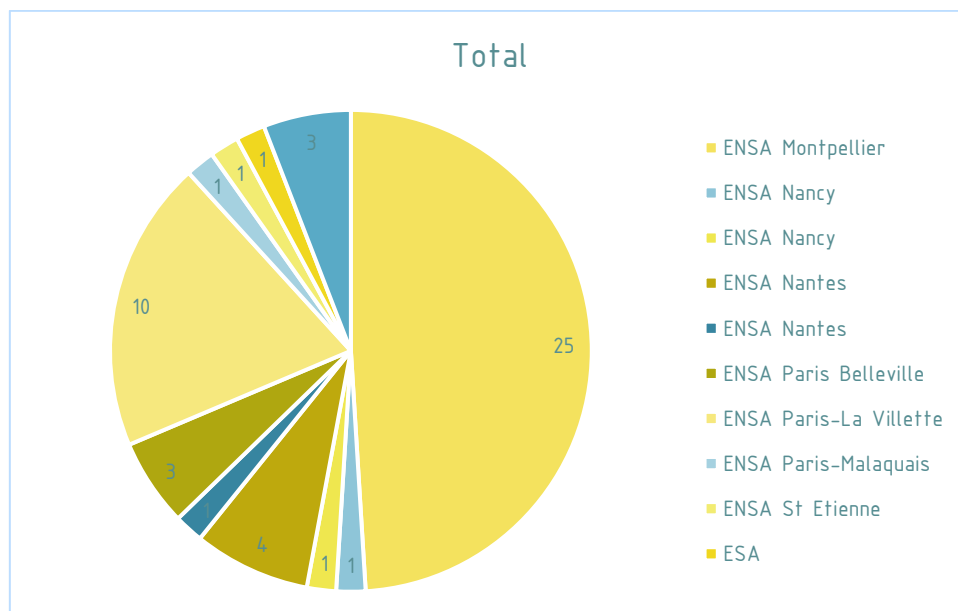


Figure 16 : La répartition des écoles d'architecture parmi les réponses
Source : Auteur

²⁶ Accessible sur le lien suivant :

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSczsjzX6Rp6Rf5AQ9ErWqvnDH1B7iKSIJUA33LsOTQuXLXGaQ/viewform?usp=sf_link

Avec ce graphique, on peut déjà se rendre compte d'une disproportion dans la répartition, avec une grande proportion de réponses pour l'ENSA Montpellier parmi les autres écoles. On peut déjà imaginer que cette sur-représentation engendrera un biais dans les résultats.

On peut également mentionner le faible nombre de réponses pour certaines écoles, ce qui empêche d'avoir un échantillon statistiquement représentatif.

3.2. – TRAITEMENT PRELIMINAIRE DES DONNEES

En premier lieu, j'ai envisagé de classifier les écoles de provenance afin d'établir à quel « type » elles appartenaient. Pour cela, j'ai utilisé trois informations différentes : les réponses aux questions 6 à 8 du questionnaire²⁷ :

6. A partir de quelle année de votre cursus avez-vous appris à manipuler des logiciels de DAO ?

1 à 5

7. A partir de quelle année avez-vous commencé à utiliser régulièrement ces outils pour votre production personnelle de projet ?

1 à 5 ou jamais

8. Avez-vous appris à dessiner l'architecture

D'abord à la main ?

D'abord à l'ordinateur ?

Les deux en simultané ?

Chaque étudiant.e, après avoir indiqué son école de provenance (question 4), fournissait alors trois informations : l'année de son cursus à partir de laquelle il ou elle a personnellement commencé à utiliser des outils numériques de DAO, et si dans son école, l'enseignement du dessin d'architecture s'effectuait d'abord à la main, ou à l'aide d'un ordinateur, ainsi que l'année de début de cet enseignement. A ce stade, il est important de mentionner que toutes les réponses concernant une même école n'étaient pas toujours identiques, dans ce cas, j'ai pris en compte la réponse moyenne. Ainsi, on peut se faire une idée du moment où les écoles démarrent leur enseignement des logiciels de DAO, mais aussi si elles ont une obligation pour les étudiants de dessiner à la main pendant les premières années de leur cursus, comme c'est le cas dans plusieurs écoles. Ainsi, par exemple, une école où l'on apprendrait les deux en simultané mais où les étudiants ne commencent réellement à dessiner à l'aide de logiciels qu'après plusieurs années de dessin à la main, serait classifiée pour cette étude comme du type d'enseignement « main ». En effet, ce qui m'intéresse ici est de déterminer l'effet de l'apprentissage du dessin sur les étudiants, il me paraît donc fondamental de baser cette étude plutôt sur leur pratique personnelle, et l'outil utilisé dans le cadre des cours de projet, plutôt que sur la seule information du

²⁷ La transcription des questions dans leur ensemble est disponible dans les [annexes p](#)

début de l'enseignement de la DAO. Cette information, bien qu'importante pour comprendre le fonctionnement des écoles d'architectures, n'est à mon sens pas suffisante pour tirer des conclusions sur les outils effectivement utilisés par les étudiants pour réaliser leurs dessins d'architecture au début de leur cursus.

J'ai tiré de cette analyse le tableau suivant

Ecoles (par types)	Nombre de répondants
Type main	41
ENSA Montpellier	25
ENSA Nancy	1
ENSA Nancy	1
ENSA Paris Belleville	3
ENSA Paris-La Villette	10
ENSA Paris-Malaquais	1
Type numérique	7
ENSA Nantes	4
ENSA Nantes	1
ENSA St Etienne	1
ESA	1
Sans type	3
N/A	3
Total général	51

Tableau 1 : Répartition des réponses par type d'enseignement

Source : Auteur

Malgré une répartition plutôt homogène du nombre d'écoles dans les deux groupes, on remarque que la répartition des étudiants dans chaque groupe est très déséquilibrée, le type main étant largement surreprésenté (plus de 80%). Ce déséquilibre empêchera alors certainement d'avoir des résultats vraiment concluants, la moyenne étant ici franchement influencée par une des catégories étudiées.

Il me sera malheureusement impossible dans le cadre de ce mémoire de corriger ce déséquilibre, principalement en raison du temps imparti. Mais afin de poursuivre et de conclure cette recherche de façon plus satisfaisante, il faudrait un échantillon de réponses plus important, et plus représentatif de la répartition réelle. Également, afin d'observer des différences plus franches du type d'enseignement, il serait intéressant à mon sens de conduire une telle étude à l'internationale.

La deuxième étape a été d'associer aux réponses du test, des notes. A chaque question était associée une bonne réponse, correspondant à 1 point, les mauvaises réponses étant uniquement comptabilisées par un 0. A chaque répondant était ainsi associé une note sur 22 (pour le total des 22 questions²⁸), repassée ensuite en un pourcentage de bonnes réponses.

²⁸ La transcription des questions dans leur ensemble est disponible dans [les annexes p](#)

Moyenne	Note minimum	Note Maximum	Ecart type
77,81%	31,82%	100,00%	16,69%

Tableau 2 : Caractéristiques statistiques des notes au test

Source : Auteur

Enfin, j'ai trié les informations qui correspondent aux différents logiciels mentionnés par les étudiants (questions 9 et 10)

Liste des logiciels de DAO mentionnés :

- Tablette graphique
- Procreate
- Autocad
- Illustrator
- Archicad
- Revit
- Sketch Up
- Rhino
- Blender

Pour information, certains logiciels mentionnés ne sont pas des logiciels de dessin assisté par ordinateur à proprement parler mais des logiciels d'éditions d'images. Ont été mentionnés :

- Affinity
- Photoshop
- Indesign
- Twinmotion

J'imagine qu'ils ont été mentionnés parce que mon questionnaire manquait de clarté sur le fait qu'il portait spécifiquement sur les logiciels de dessin assisté par ordinateur. Il est également possible qu'il s'agisse d'une confusion chez les étudiants sur la nature de ce qu'est un logiciel de DAO, étant donné qu'il s'agit ici de logiciels assistant le dessin également.

De plus, ces logiciels peuvent être en théorie utilisés pour dessiner à l'aide d'une tablette graphique, mais pas nécessairement. La distinction n'étant pas à l'origine prévue par mon questionnaire, j'ai décidé de considérer qu'ils n'étaient pas utilisés avec une tablette, à moins d'une mention du contraire.

J'ai également noté des mentions de logiciels qui ne sont pas des logiciels de dessin, mais qui assistent également la réalisation de plans par ordinateur.

- Une mention de mesheoom (photogramétrie)
- Une mention de Midjourney (IA générateur d'images)

J'ai ensuite classifié ces logiciels selon les types de logiciels établis au chapitre 1.1

Logiciels manuscrits	Logiciels vectoriels		Logiciels métiers	
	2D	3D	2D	3D
Tablette graphique	Autocad	SketchUp	/	Archicad
Procreate	Illustrator	Blender		Revit
Photoshop (avec tablette)		Rhino		

*Tableau 3 : Les logiciels mentionnés dans les réponses du questionnaire classés par type
Source : Auteur*

A ce stade j'ai réalisé que, pour le type d'enseignement de type main, de nombreux étudiants en début de cursus n'avaient pas mentionné d'outil le plus utilisé (question 10). Je suppose qu'il s'agit ici de la conséquence de l'obligation de dessiner à la main durant les premières années de cursus. Les étudiants étant encore dans la période où ils dessinent à la main, ils n'ont pas eu le loisir d'explorer les différents outils de dessin assisté par ordinateur. De plus, parmi les étudiants en début de cursus (1^{ère} année spécifiquement), les logiciels mentionnés étaient dans l'immense majorité (90% des occurrences) des logiciels graphiques. Il me semble que ce soit dû à la ressemblance qui existe entre logiciel graphique et dessin à la main. Les étudiants en début de cursus du type main, d'après les données que j'ai récoltées, n'utilisent donc pas ou peu de logiciels de DAO, et lorsqu'ils en utilisent il s'agit de logiciels graphiques.

3.3. – ENSEIGNEMENT DU DESSIN D'ARCHITECTURE ET D.A.O : QUELS LOGICIELS POUR QUEL APPRENTISSAGE ?

Vérification de H1 : *L'outil de dessin d'architecture le plus utilisé par les étudiants est déterminé par le type de leur formation*

Afin de vérifier cette hypothèse, j'ai utilisé la classification des logiciels établie plus tôt (p.23), pour trier les logiciels mentionnés selon trois catégories : Les logiciels manuscrits, les logiciels vectoriels, et les logiciels métiers

Comme la question était formulée de façon non limitante, une réponse pouvait contenir les trois types. Certaines réponses faisaient l'objet d'un ou deux logiciels, alors que d'autre en ont mentionné cinq au maximum. J'ai choisi d'inclure toutes les réponses à chaque fois, et de tester la présence d'un type, et non par exemple le nombre d'occurrences. Ainsi, pour chaque réponse au questionnaire, une valeur binaire (oui ou non) était associée à chaque type en fonction des logiciels donnés. Ainsi, par exemple, pour une réponse qui donnerait trois logiciels vectoriels, on comptabilise un « oui » pour les logiciels vectoriels, et non pour les autres. De même si la réponse ne donne qu'un seul logiciel, qui se trouve être vectoriel. Aussi, si une réponse donne trois logiciels de type différents, tous les types mentionnés seront comptés comme « oui ». Afin d'affiner cette question, il aurait été judicieux de limiter le nombre de logiciels à donner pour chaque répondant (3 logiciels maximum par exemple), ou de

préremplir des réponses classiques, avec la possibilité de rajouter certains logiciels sous une mention « autre ».

Une fois ce tableau établi, on peut comptabiliser et représenter le nombre de réponses qui mentionnent au moins une fois chaque type de logiciels et on obtient le graphique ci-dessous.

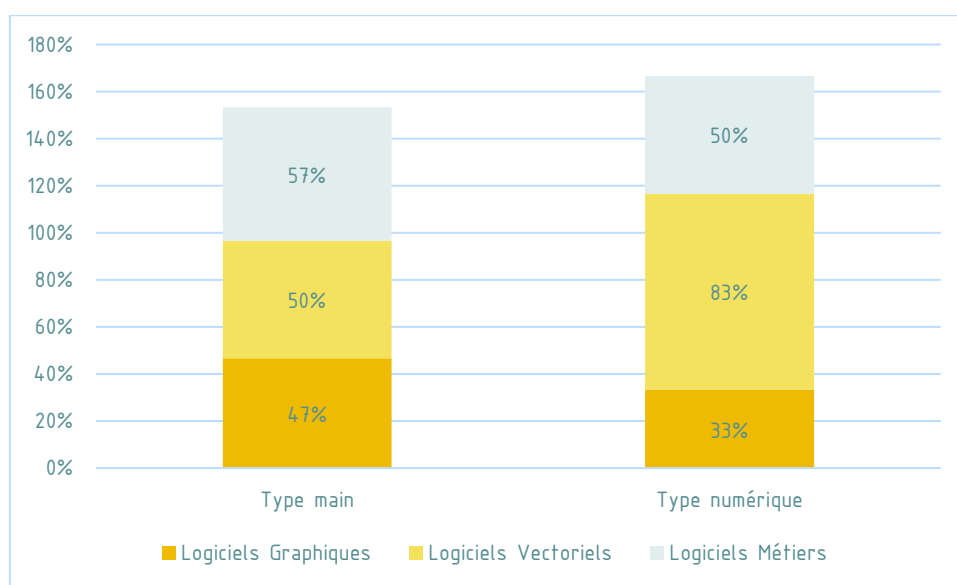


Figure 17 : Répartition de l'utilisation des types de logiciels selon le type d'enseignement
Source : Auteur

On voit sur ce graphique une proportion plus importante des logiciels graphiques dans l'enseignement de type main, comme on aurait pu s'y attendre, les logiciels graphiques étant les plus proches du dessin à la main classique sur feuille. De plus, tous les types de logiciels sont représentés dans les deux types d'enseignement, dans des proportions assez proches. Le nombre total d'occurrences est toutefois plus important dans le type d'enseignement numérique, les répondants ayant mentionnés plus de logiciels, et plus de logiciels de type différents.

Afin d'aller un peu plus loin dans l'analyse de ces données, j'ai également décidé d'affiner la question des logiciels utilisés à l'aide du caractère 2D ou 3D de ceux-ci. A l'aide de la classification des logiciels que j'ai établi, j'ai pu déterminer si les logiciels mentionnés sont basés sur des principes 2D ou 3D. Ainsi, j'ai pu catégoriser les réponses obtenues selon celles qui ne mentionnaient que des logiciels 2D, ou des logiciels 3D, et celles qui mentionnent les deux types. J'ai tiré de ces données, ce graphique :

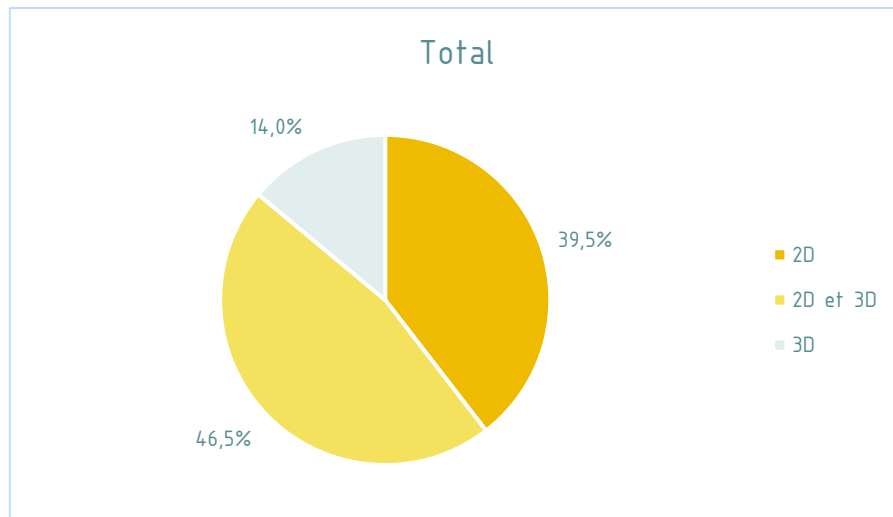


Figure 18 : Répartition de l'utilisation des logiciels selon leur caractère 2D ou 3D
Source : Auteur

Avec ce graphique, on se rend compte qu'une majorité (45%) des étudiants utilisent les deux types de logiciels, mais qu'il y a tout de même une proportion importante d'étudiants qui n'utilisent que des outils en 2D. Je me suis alors interrogée sur la proportion au sein de ces étudiants, qui étaient issus d'un type ou de l'autre d'enseignement. En effet, si le dessin à la main est par définition cantonné à la 2D, les étudiants qui apprennent à dessiner à la main sont-ils les mêmes qui n'utilisent ensuite par la suite que des logiciels en 2D ?

Pour tenter d'y répondre, j'ai utilisé le graphique ci-dessous. On voit ici que les étudiants qui n'utilisent que des logiciels en 2D se répartissent entre les deux types d'enseignements. Avec 41% pour le type main contre 33% pour le type numérique, la répartition est plus au moins équivalente, même si elle penche toutefois en faveur de l'enseignement à la main. Ainsi, il ne semble pas que les étudiants qui dessinent uniquement en deux dimensions soient ceux qui ont appris à dessiner l'architecture à la main.

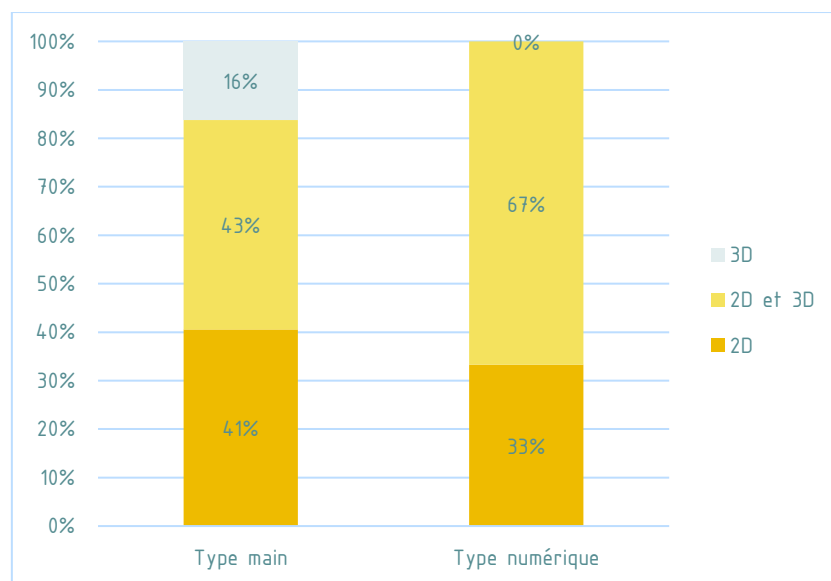


Figure 19 : Répartition des logiciels selon leur caractère 2D ou 3D en fonction du type d'enseignement
Source : Auteur

Plus surprenant encore, on se rend compte ici qu'aucun étudiant issu d'un enseignement de type numérique n'a mentionné que des logiciels fonctionnant sur un système 3D. Ainsi, les étudiants apprenant à dessiner à l'aide d'ordinateurs ne se cantonnent pas à dessiner qu'en 3D, ils mentionnent souvent de nombreux logiciels, qui fonctionnent sur les deux principes. En effet, plus de 70% des étudiants issus du type numérique mentionnent 4 logiciels ou plus dans leurs réponses, contre seulement 40% pour les étudiants issus du type main.

Il semblerait alors que les étudiants qui apprennent à dessiner à l'aide d'ordinateurs dès le début de leurs études développent une maîtrise et une utilisation régulière d'un plus grand nombre de logiciels, et d'un panel de logiciels avec des principes de fonctionnements plus variés.

Enfin, on peut mentionner le fait que 16% des étudiants issus du type main, c'est-à-dire 1 étudiant sur 6, déclarent n'utiliser que des outils basés sur des principes de 3D.

3.3. – USAGE DU CROQUIS ET APPRENTISSAGE

Vérification de H2 : *Le croquis est utilisé par tous les étudiants, quel que soit leur type de formation*

Et H2bis *9* *Ces croquis sont réalisés à la main, indépendamment du type de formation*

Tout d'abord, analysons les données de la question 11 du questionnaire

11. Pendant votre phase de conception, réalisez-vous des croquis ? (ex : schémas de principe, de concept, croquis perspectifs, etc...)

Oui

Non

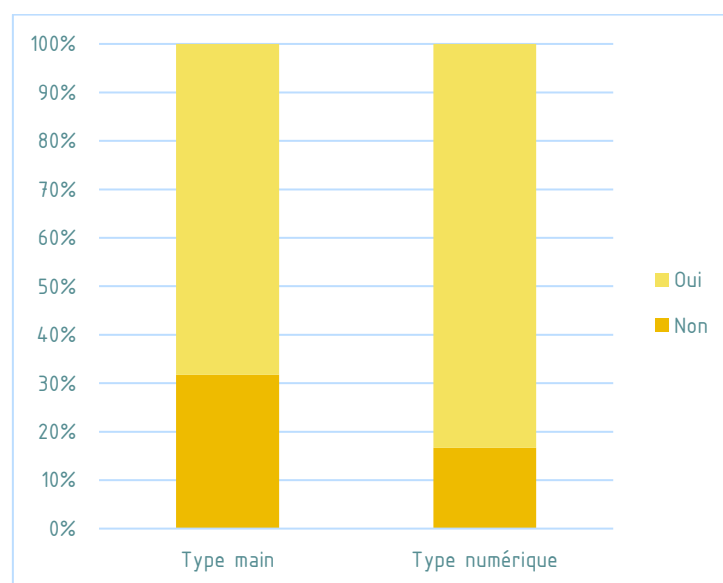


Figure 20 : Proportion des étudiants qui déclarent utiliser le croquis
Source : Auteur

Pour cette question, on constate une très grande majorité de « Oui », beaucoup d'étudiants déclarent utiliser des croquis pendant la conception de leur projet (toujours ici dans le sens de dessin intermédiaire, d'expression graphique d'une idée ou d'un concept). Cependant, étonnamment, les étudiants issus d'un enseignement du type numérique utilisent le croquis en plus grande proportion que les étudiants issus d'un enseignement du type main. Il semblerait donc que la pratique du croquis soit de même transmise aux étudiants qui apprennent à dessiner l'architecture principalement à l'ordinateur.

Maintenant, pour avec quel outil ces croquis sont dessinés, je me suis intéressée aux réponses à la question 12. :

12. Lors de votre réflexion de conception, réalisez-vous des dessins à la main ? (ex : croquis, schémas rapides, plans sur calque ou tablette graphique)

Toujours très fréquemment Assez souvent Assez peu Jamais

Cette question était programmée pour n'être disponible qu'après un « oui » à la question 11. Ainsi, les réponses à cette question ne concernent que les personnes qui ont déjà déclaré utiliser des croquis pendant leur conception. On tire de cette question le tableau suivant :

Réalisez-vous vos croquis à la main ?	Type main	Type numérique	Total
Assez souvent	71,0%	100,0%	75,7%
Toujours	22,6%	0,0%	18,9%
Très fréquemment	6,5%	0,0%	5,4%

*Tableau 4 : fréquence d'utilisation du dessin à la main pour réaliser des croquis selon les répondants
Source : Auteur*

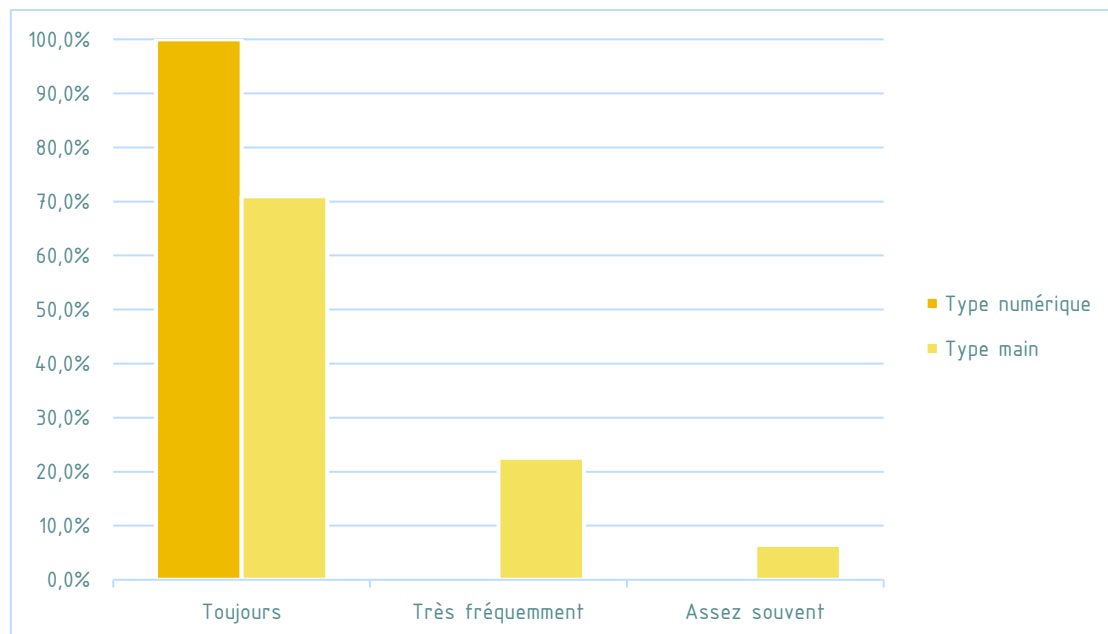


Figure 21 : Répartition de l'usage du dessin à la main pour la réalisation des croquis
Source : Auteur

On peut en déduire que l'usage du dessin à la main est largement répandu. Toutes les personnes déclarant réaliser des croquis les réalisent au minimum « assez souvent » à la main. Et surtout, une écrasante majorité (70%) des répondants les réalisent « toujours » à la main.

De plus, l'intégralité des personnes sondées sur la question, issues d'un enseignement de type numérique, réalisent « toujours » leurs croquis à la main.

3.4. – ENSEIGNEMENT DU DESSIN D'ARCHITECTURE ET LOGIQUE SPATIALE

Vérification de H3 : *Les capacités de vision dans l'espace des étudiants en architecture sont déterminées par leur type de formation*

La première analyse possible afin de déduire si cette hypothèse est vraie ou non est la note moyenne au test de logique spatiale, selon le type d'enseignement.

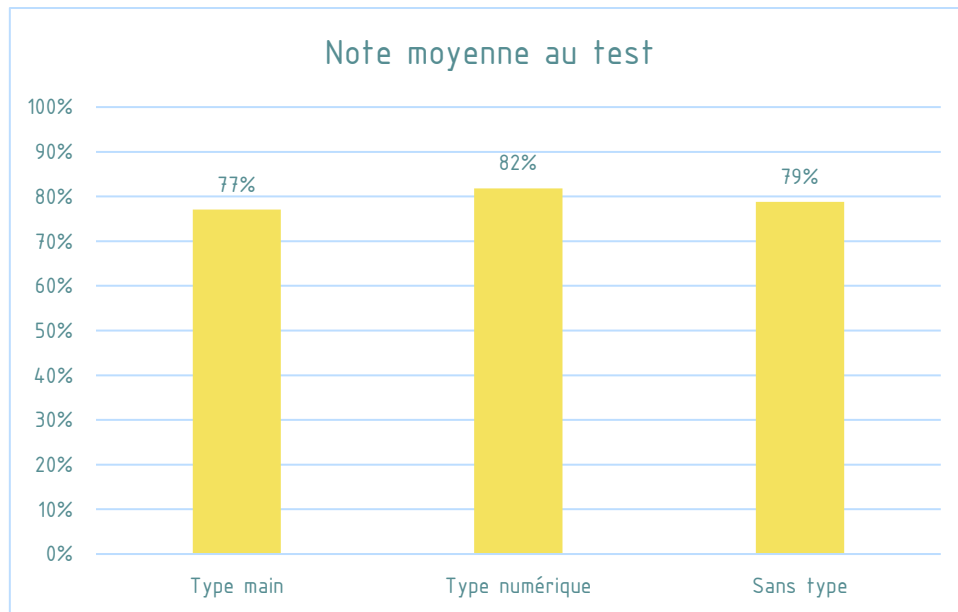


Figure 22 : Note moyenne au test selon le type d'école
Source : Auteur

A première vue, on ne distingue pas de différence notable entre les différents types d' Pour mémoire :

Moyenne	Note minimum	Note Maximum	Ecart type
77,81%	31,82%	100,00%	16,69%

Tableau 5 : Caractéristiques statistiques des notes au test
Source : Auteur

Ainsi, avec un écart type de 17%, la différence qui existe dans le note moyenne entre les différents types n'est pas statistiquement significative.

En conséquence, on peut dire que la capacité de logique spatiale ne semble pas déterminée par le type d'enseignement des étudiants en architecture. De plus, la différence entre les étudiants en architecture et le groupe témoin (les individus n'ayant pas de formation en architecture) n'étant elle non plus pas significative, on pourrait avancer que cette capacité n'est pas déterminée par les études d'architecture dans leur ensemble. Ainsi, peu importe le type d'étude, on peut supposer que la capacité de vision dans l'espace est une capacité innée, ou du moins, qu'elle n'est pas favorisée par une formation en architecture. Evidemment, trancher cette question nécessiterait une tout autre recherche, que je ne développerais pas ici.

Il convient tout de même de nuancer cette conclusion, le caractère non significatif des résultats pouvant également être une conséquence des imperfections du test. On peut supposer qu'il n'y a pas de différence entre les types d'enseignements, mais il est également possible que la différence n'a pas été détectée par le test mis en place, et qu'elle nécessiterait donc une étude plus poussée. Il m'est toutefois impossible de trancher dans cette étude, avec les outils de recherche que j'ai mis en place, et cela nécessiterait une tout autre démarche.

3.5. : ANALYSE DES QUESTIONS D'OPINION : QUELQUES REMARQUES INTERESSANTES...

En plus des questions sur les formations et les habitudes des étudiants en dessin d'architecture, j'ai choisi de proposer aux répondants des questions d'opinion sur le sujet. Il s'agit ici d'une curiosité de ma part, afin de récolter des avis sur le sujet, et de sentir les a priori et biais qui peuvent exister sur ce sujet polarisant pour le domaine de l'architecture, spécifiquement venant de la part des étudiants.

Ces questions²⁹ étaient des questions d'expression libres, sans limite de caractère, et non obligatoires. Les avis qui y sont exprimés sont donc ceux des personnes qui avaient vraisemblablement un avis sur la question déjà assez clair pour être articulé. Par conséquent, les réponses obtenues sont souvent plutôt tranchées, et donnent rarement des réponses neutres ou sans avis.

J'ai choisi ici d'établir la répartition des avis, en les classifiant manuellement entre les avis qui m'apparaissaient être plutôt favorables ou non, afin d'observer un éventuel consensus. Après traitement de ces questions, j'ai réalisé qu'il aurait certainement été plus simple de coupler ces questions d'expression libre avec des questions synthétisant l'avis du répondant sur une échelle graduée (de type Pour, plutôt pour, neutre, etc...). J'ai également décidé de mentionner certaines réponses, qui m'ont interpellée ou m'ont paru intéressantes pour la question discutée ici. Pour toutes les questions, la proportion de répondants ici d'un type ou l'autre d'enseignement est plus ou moins équivalente. Les personnes ayant répondu ont, sauf de très rares exceptions, répondu à l'ensemble des questions posées, ou à aucune.

19. Estimez-vous que vous dessiniez beaucoup à la main ?

Pour cette question, les réponses se répartissent équitablement entre le plutôt oui et le plutôt non, avec seulement quelques réponses neutres.

Parmi les réponses qui sont plutôt en faveur du oui, environ 90% font mention d'une utilisation de l'utilisation du dessin à la main en phase de conception, bien que cela n'ait pas été précisé dans la question. Voici ci-dessous quelques exemples de ce qui a été dit.

« Beaucoup de croquis préliminaires, peu pour les rendus, peut être une aquarelle mais c'est tout »

« Ça dépend des projets, mais c'est ma base pour réaliser la suite dans tous les cas »

« Pas beaucoup comparé au dessin sur ordinateur. Juste pour les recherches et l'esquisse »

« En phase exploratoire »

Parmi les réponses que j'ai trouvé intéressantes, une mentionne qu'il « faut », comme si l'efficacité de l'outil était connue, mais difficile à mettre en place pour cette personne. A moins qu'il ne s'agisse peut-être d'une injonction exprimée par des professeurs et internalisée ensuite.

« Pas assez souvent, faut que je m'y mette sérieusement »

²⁹ La transcription des questions dans leur ensemble est disponible dans [les annexes p](#)

Enfin, une réponse m'a interpellé car elle résume je trouve plutôt bien l'idée qu'avec le dessin assisté par ordinateur, les étudiants ne font plus le détour par le croquis préliminaire de conception.

« Pas tant que ça au final, c'est souvent assez clair dans ma tête en revanche donc si j'ai le dessin en tête je peux parfois directement passer à l'ordinateur »

20. Quel est votre avis sur l'usage du dessin assisté par ordinateur en phase de conception ?

Pour cette question, les avis sont à nouveau équitablement répartis entre le plutôt oui et le plutôt non, avec très peu de réponses neutres.

Les réponses en faveur de l'efficacité du dessin numérique mentionnent notamment des outils en 3D, qui sont eux indisponibles en dessinant à la main.

« Efficace pour des usages un peu bourrins genre des gros volumes SketchUp pour tester les ombres »

*« C'est utile car permet de conceptualiser en 3d rapidement »
« Rapides, usage de la 3D »*

Ou encore, en mentionnant une aisance du dessin à la main nécessaire pour son utilisation pendant la conception, comme si le dessin à la main était plus complexe à maîtriser que le D.A.O :

« Utile pour les personnes pas à l'aise en dessin, et pour mettre à l'épreuve nos croquis (dimensions, spatialisation) »

Enfin, la nécessité de se former aux outils utilisés par les professionnels a été mentionnée :

*« Nécessaire, professionnalisant »
« Utile de se former »*

Cet avis, plutôt contre l'usage de la D.A.O. m'a paru synthétiser assez justement ce qui est dit du dessin de conception à la main dans la recherche :

« Je pense que c'est très mauvais de débiter directement sur l'outil numérique parce que ça restreint tout de suite les possibilités en fonction des capacités de l'outil »

Enfin, un des uniques avis neutre a assez bien résumé les utilisations de chaque outil :

« Les 2 ont leurs avantages et défauts. Mais il faut savoir maîtriser les 2. L'ordi permet de changer rapidement d'échelle sans avoir à tout redessiner »

21. Quel est votre avis sur l'usage de l'outil numérique en atelier de projet ?

Pour cette question, les avis sont en immense majorité (plus de 90%) favorables.

« Gain de temps pour les rendus »

« Très utile et efficace »

Parmi ces réponses, plusieurs cependant restent nuancées, par exemple

*« Ne pas en abuser en phase de conception, c'est le coup à se limiter
aux outils disponibles qui ne sont pas forcément les meilleurs pour concevoir
ce qu'on veut »*

« Intéressant mais usant et chronophage »

Certaines réponses essayent également de se resituer dans un contexte plus global :

« Il est aujourd'hui difficilement contournable »

*« Je ne me pose plus vraiment la question ça devient automatique très
rapidement, peut-être trop rapidement »*

*« Je trouve qu'il est trop privilégié par rapport aux autres outils
(dessins, maquette...) »*

22. Que pensez-vous du maintien des rendus à la main dans les premières années du cursus d'architecture ?

Pour cette question, 70% des avis étaient favorables au maintien des rendus à la main en début de cursus. J'ai été surprise pas cette réponse, en considérant les réponses aux questions précédentes. Deux réponses m'ont cependant particulièrement intéressée :

Le problème de l'aisance avec les logiciels pour l'embauche a de nouveau été mentionné.

*« Je trouve qu'on est en retard face aux autres nationalités et une
fois sur le marché du travail on a des lacunes de modélisation, donc on perd
du temps et on est limité dans la création et donc la liberté de réitération »*

*« Bien pour la première année mais il faudrait rapidement commencer à
se servir des logiciels de dessin »*

En plus des considérations d'enseignement, il est vrai que le dessin à la main, par le temps qu'il nécessite, contribue certainement à la culture de la charrette, même si il donne des bonnes habitudes de conception. C'est un point que j'avais jusqu'alors complètement négligé dans cette recherche.

*« Pas si pire, si tant est qu'on accepte des dessins pas toujours
propres/sur calque, ça donne de bonnes habitudes de conception, mais se faire
basher par un prof parce qu'il estime que notre travail n'est pas assez propre
alors qu'il a été produit entre 4h et 8h du matin bof »*

23. *Quel est selon vous le moment idéal pour commencer à apprendre le dessin assisté par ordinateur dans le cursus d'architecture ?*

Pour cette question les avis sont partagés entre les trois années de licence du cursus d'Architecture, selon les proportions suivantes :

35% estiment que le moment idéal est la L1

60% estiment que le moment idéal est la L2

5% estiment que le moment idéal est la L3

J'ai noté ici deux réponses qui résument plutôt bien l'ensemble de ce qui a été dit

« en parallèle du dessin manuel, pour que chacun.e puisse approfondir là où il.elle est le + à l'aise »

« En deuxième année c'est pas mal pour justement avoir le temps de faire des erreurs et d'approfondir nos connaissances parce qu'on est doté de la sécurité de savoir le faire à la main. Comme ça on peut arriver en 3eme année avec une bonne maîtrise de l'outil et même au niveau professionnel pouvoir être utile en stage plus tôt dès la deuxième année »

CONCLUSION

Cette recherche a tenté d'établir plusieurs résultats sur le sujet de l'impact de l'outil utilisé lors de l'apprentissage du dessin d'architecture sur les étudiants. Toutefois, il faut rappeler que l'échantillon de réponses récoltés afin d'aboutir à ces conclusions n'est ni suffisamment fourni, ni suffisamment significatif de la population d'études. Ainsi, je recommande de ne prendre ces résultats que comme une première indication, une tendance observée, mais aucunement comme des conclusions rigoureusement scientifiques. Afin, à l'avenir, de pouvoir les démontrer, on pourrait envisager une étude de plus grande ampleur, qui permettrait de créer un échantillon de réponses statistiquement significatif. Également, je suis convaincue que cette étude aurait beaucoup à gagner à être menée à l'internationale, afin d'observer peut-être une différence plus importante.

Tout d'abord, il semble que le cursus d'études, qu'il débute par une phase de dessin à la main lors de l'apprentissage des codes du dessin d'architecture ou non, n'influence pas le type de logiciels préféré par les étudiants. On aurait pu s'attendre à ce que les étudiants qui apprennent à dessiner à la main préfèrent par la suite utiliser des types de logiciels dont l'interaction s'approche le plus possible du dessin à la main, mais pas du tout. Et on observe même plutôt le phénomène inverse, les étudiants qui apprennent à dessiner à la main sont plus nombreux à ensuite utiliser exclusivement des logiciels qui permettent des modélisation 3D, alors qu'elles sont par essence, impossibles lorsque l'on dessine à la main.

Ensuite, malgré l'inquiétude formulée par la communauté enseignante face à la disparition de la pratique du dessin à la main, le croquis, qui plus est à la main, est tout de même une habitude qui arrive à être transmise aux étudiants pendant leurs études. En effet, indépendamment du type d'enseignement reçu, les étudiants utilisent le croquis lorsqu'ils conçoivent leurs projets, et une écrasante majorité déclare les réaliser à la main. On constate même que, contrairement à l'idée reçue, les étudiants ayant d'abord appris à la main sont moins nombreux que ceux ayant appris avec des outils numériques, à utiliser le croquis, et à les réaliser à la main, quand ils le font.

Enfin, on ne constate aucune différence statistiquement observable de capacité de vision dans l'espace entre les différents groupes observés. Il semblerait donc que la logique spatiale ne soit pas une capacité déterminée par le type d'enseignement du dessin d'architecture. De plus, cette capacité ne semble pas être une conséquence de l'enseignement de l'architecture. Il n'existe pas de différence statistiquement significative entre la moyenne de la population n'ayant pas reçu d'enseignement architecturale et celle obtenue par les étudiants en architecture. Afin de pouvoir réellement conclure sur ce point, il serait toutefois nécessaire de réaliser une étude plus approfondie portant spécifiquement sur la différence entre architectes et non-architectes.

Afin d'aller au-delà des conclusions de cette étude, on pourrait envisager le même genre de tests mais portant cette fois-ci plus spécifiquement sur la perception de l'échelle. En effet, les logiciels de D.A.O., par leur caractère dématérialisé permettent à l'utilisateur de zoomer ou dézoomer dans un dessin, contrairement à un dessin physique sur une feuille. Cette mécanique a été de nombreuses fois accusée³⁰ de causer chez les étudiants une perte de la notion d'échelle, et il me paraît donc intéressant d'essayer d'effectuer le même genre de tests objectifs relativement à cette capacité.

³⁰ Cf le chapitre 1.5. p.22, où ce sujet est développé

Afin de conclure, j'aimerais soutenir que le dessin assisté par ordinateur n'est, selon moi, qu'un outil parmi les autres, qui a ses avantages et ses inconvénients, sans être pour autant problématique pour la nouvelle génération qui l'utilise. Il implique surtout une nouvelle façon de penser, de réfléchir, ou de concevoir l'architecture, qui peuvent causer des décalages générationnels, décalage qui, il me semble, est la cause de tous les débats qui ont été discutés dans ce mémoire. Il ne me semble pas utile de débattre éternellement sur le côté bon ou mauvais des outils numériques, ou sur le bien-fondé du maintien artificiel du dessin à la main en école d'architecture. Le seul point qui à mon sens justifie encore de faire couler de l'encre (ou plutôt d'agiter des doigts sur un clavier, car moi aussi, j'écris ces lignes à l'aide d'un outil numérique) est l'accompagnement des étudiants. L'avancée des outils numériques dans notre monde, dans tous les domaines, est loin de s'arrêter, et il me semble donc plus que jamais nécessaire de préparer les étudiants le mieux possible à ce monde qui est sur le point de devenir le leur, quel que soit l'outil qu'ils aient choisi pour s'exprimer.

BIBLIOGRAPHIE

- Andia, A. (2002). Reconstructing the effects of computers on practice and education during the past three decades. *Architectural Education*, 56(2), 7-13.
- Aubert, J. (2003). Cours de dessin d'architecture à partir de la géométrie descriptive (5ème édition). Editions de la Villette.
- Bresch, N. (2019). À propos du DAO pour le dessin des blocs d'architecture : (mais pas seulement). fhal-03587661f
- Brown, P. (2009). CAD: Do Computers Aid the Design Process After All? *Intersect*, 2(1). <https://ojs.stanford.edu/ojs/index.php/intersect/article/view/117/33>
- Cil, E., & Pakdil, O. (2007). Design instructor's perspective on the role of computers in architectural education: a case study. *METU Journal of the Faculty of Architecture*, 24(2), 123-136.
- Claeys, D. (2018). De la crise de l'échelle en conception architecturale à l'opération fondamentale de mise à l'échelle du réel. UCLouvain. <http://hdl.handle.net/2078.1/204850>
- Guéneau, J. (2019). Remarques d'ordre général sur le dessin d'architecture—Tableaux logiques et représentations. Séminaire Une autre façon de raconter III. <https://hal.science/hal-01938544>
- Hanna, R. (2001). An inquiry into computers in design : Attitudes before—attitudes after. *Design studies*, 22(3), 255-281.
- Irvine, S. E., Hein, L., & Laughlin, D. (1999). Deferent degree of distance : The impact of the technology-based instructional environment on student learning,. IEEE, 29thASEE.
- Laiserin, J. & Linn, C. (2000). Challenges for the digital generation, *Architectural Record*, 188 (12), 166-169.
- Lambert, G. (2014). La pédagogie de l'atelier dans l'enseignement de l'architecture en France aux XIXE et XXE siècles, une approche culturelle et matérielle. *Perspective. Actualité en histoire de l'art*, 1, 129-136.
- Lambert, G., & Thibault, E. (2011). L'Atelier et l'Amphithéâtre : Les écoles de l'architecture, entre théorie et pratique. Editions Mardaga.
- Lescop, L. (2020). La place des outils numériques dans l'enseignement du projet : Comparaison entre une école française et une école américaine. https://www.shs-conferences.org/articles/shsconf/pdf/2020/10/shsconf_scan2020_04004.pdf
- Lin, T. (2006). On the Effective Teaching of CAD/CAM at the Undergraduate Level. *Computer-Aided Design and Applications*, 3(1-4), 331-339.

- Neagu, A. (2015). La place des outils numériques dans l'enseignement du projet en architecture. *Le numérique éducatif*, 4-22.
- Onosahwo Iyendo, T. (2015). Computer Aided Design (Cad) Technology Versus Students' Learning In Architectural Design Pedagogy – A Controversial Topic Review. *International Journal of Development Research*, 5(01), 3152-3158.
- Pilkaite, T. (2010, juillet 18). Designed objects visualization with Autodesk CAD systems [Conférence]. International Conference on Engineering Education ICEE-2010, Gliwice, Poland.
- Reffat, R. (2005). Collaborative Digital Architectural Design Learning within 3D Virtual Environments. *Proceeding of 10th international conference on computer aided architecture design research in Asia*, 65-74.
- Reffat, R. (2007). Revitalizing architectural design studio teaching using ICT: Reflections on practical implementation. *Education and Development Using Information and Communication Technology*, 3(1), 39-53.
- Robertson, F., & Radcliffe, F. (2009). Impact of CAD tools on creative problem solving in engineering design. *Computer Aided Design*, 41(3), 136-146.
- Safin, S., Juchmes, R., & Leclercq, P. (2014). Du crayon au stylo numérique : Influences des IHM à stylo et des interprétations numériques sur l'activité graphique en tâches de conception. *Journal d'Interaction Personne-Système*, 2, 1-31.
- Shu, A. (2000). Touch versus tech : Hand-drawn or computerrendered techniques. *Architectural Record*, 188(12), 170-173.
- Tribout, S. (s. d.). L'essor des outils numériques dans le champ de la conception urbaine : Vecteur de recomposition des postures et pratiques (inter)professionnelles ? <https://shs.hal.science/halshs-02386713/document>
- Tversky, B., & Suwa, M. (2009). THINKING WITH SKETCHES, Chapter 4.
- Ullman, D., & Wood, S. (1990). The Importance of Drawing in the Mechanical Design Process. *Computers & Graphics*, 14, 263-274.
- Unver, E. (2006). Strategies for the Transition to CAD Based 3D Design Education. *Computer-Aided Design & Applications*, 3, 323-330.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

<i>Figure 1 : tablette graphique sans écran.....</i>	<i>7</i>
<i>Figure 2 : tablette graphique avec un écran.....</i>	<i>7</i>
<i>Figure 3 : Schéma récapitulatif des interactions machine-utilisateur par type de logiciels .</i>	<i>9</i>
<i>Figure 4 : Barre d'outils par défaut de Autocad.....</i>	<i>9</i>
<i>Figure 5 : Barre d'outils par défaut de Archicad.....</i>	<i>10</i>
<i>Figure 6 : schéma récapitulatif des interactions machine-utilisateur par type de logiciels (étendu à la 3D).....</i>	<i>11</i>
<i>Figure 7 : Exemple de croquis – la fondation Vuitton par Frank Gehry.....</i>	<i>12</i>
<i>Figure 8 : Exemple de croquis – Notre Dame du Haut par le Corbusier.....</i>	<i>12</i>
<i>Figure 9 : Le processus de conception avant l'introduction du DAO.....</i>	<i>13</i>
<i>Figure 10 : Le processus de conception après l'introduction de la DAO.....</i>	<i>14</i>
<i>Figure 11 : La projection en perspective déforme l'objet dessiné, contrairement à la projection du plan d'architecture.....</i>	<i>19</i>
<i>Figure 12 : La correspondance spatiale dans le dessin d'architecture.....</i>	<i>20</i>
<i>Figure 13 : Exemples de questions posées lors du test – Cubes et dessins géométriques</i>	<i>28</i>
<i>Figure 14 : Exemples de questions posées lors du test – Motifs architecturaux.....</i>	<i>28</i>
<i>Figure 15 : Exemples de questions posées lors du test – Pliages.....</i>	<i>29</i>
<i>Figure 16 : La répartition des écoles d'architecture parmi les réponses.....</i>	<i>30</i>
<i>Figure 17 : Répartition de l'utilisation des types de logiciels selon le type d'enseignement</i>	<i>35</i>
<i>Figure 18 : Répartition de l'utilisation des logiciels selon leur caractère 2D ou 3D.....</i>	<i>36</i>

<i>Figure 19 : Répartition des logiciels selon leur caractère 2D ou 3D en fonction du type d'enseignement</i>	<i>36</i>
<i>Figure 20 : Proportion des étudiants qui déclarent utiliser le croquis.....</i>	<i>37</i>
<i>Figure 21 : Répartition de l'usage du dessin à la main pour la réalisation des croquis.....</i>	<i>39</i>
<i>Figure 22 : Note moyenne au test selon le type d'école.....</i>	<i>40</i>
<i>Tableau 1 : Répartition des réponses par type d'enseignement.....</i>	<i>32</i>
<i>Tableau 2 : Caractéristiques statistiques des notes au test.....</i>	<i>33</i>
<i>Tableau 3 : Les logiciels mentionnés dans les réponses du questionnaire classés par type</i>	<i>34</i>
<i>Tableau 4 : fréquence d'utilisation du dessin à la main pour réaliser des croquis selon les répondants</i>	<i>38</i>
<i>Tableau 5 : Caractéristiques statistiques des notes au test.....</i>	<i>40</i>

ANNEXES

1. SCRIPT DU QUESTIONNAIRE

Renseignements personnels

1. Quel est votre âge ?
2. Quelle est votre activité professionnelle ? (ou étudiant)
3. Avez-vous une formation d'architecte ?
Oui Non
4. Dans quelle école avez-vous réalisé vos études ?
5. A quelle étape de votre cursus êtes-vous ?
1 à diplômé.e
6. A partir de quelle année de votre cursus avez-vous appris à manipuler des logiciels de DAO ?
1 à 5
7. A partir de quelle année avez-vous commencé à utiliser régulièrement ces outils pour votre production personnelle de projet ?
1 à 5 ou jamais
8. Avez-vous appris à dessiner l'architecture
D'abord à la main ?
D'abord à l'ordinateur ?
Les deux en simultané ?

Usage des outils de DAO

9. Utilisez-vous régulièrement des outils de DAO (logiciels, tablette graphique, ressources numériques) pour votre production architecturale ?
10. Si oui, lesquels ?
11. Pendant votre phase de conception, réalisez-vous des croquis ? (ex : schémas de principe, de concept, croquis perspectifs, etc...)
12. Lors de votre réflexion de conception, réalisez-vous des dessins à la main ? (ex : croquis, schémas rapides, plans sur calque ou tablette graphique)
Toujours très fréquemment Assez souvent Assez peu Jamais
13. Ces dessins sont-ils réalisés sur
Une feuille ?
Une tablette graphique ?

14. Ces dessins sont-ils réalisés

En plan ?

En coupe ?

15. Réalisez-vous une maquette de site pour concevoir votre projet ?

Toujours très fréquemment Assez souvent Assez peu Jamais

16. Considérez-vous que vous utilisez la modélisation 3D comme un outil de conception ?

Oui Non

17. Réalisez-vous une modélisation 3D dans un objectif de conception ?

Toujours très fréquemment Assez souvent Assez peu Jamais

18. Votre recherche de volume s'effectue-t-elle plutôt

En croquis à la main ?

En maquette ?

A l'aide d'une modélisation 3D ?

Opinion

19. Estimez-vous que vous dessiniez beaucoup à la main ?

20. Quel est votre avis sur l'usage du dessin assisté par ordinateur en phase de conception ?

21. Quel est votre avis sur l'usage de l'outil numérique en atelier de projet ?

22. Que pensez-vous du maintien des rendus à la main dans les premières années du cursus d'architecture ?

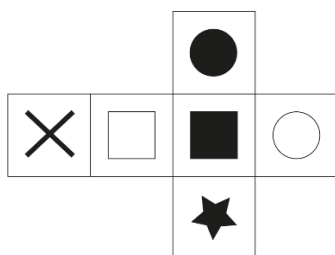
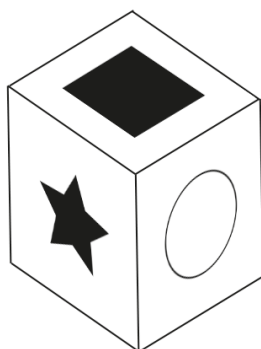
23. Quel est selon vous le moment idéal pour commencer à apprendre le dessin assisté par ordinateur dans le cursus d'architecture ?

2. SCRIPT DU TEST – QUESTIONS

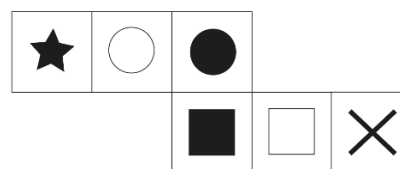
Test 1/3

Le test suivant va vous demander de retrouver un cube ou un patron en fonction du cube ou du patron donné. Essayez de répondre vite, sans réfléchir trop longtemps à chaque possibilité. Les “bonnes” réponses ne sont pas comptabilisées, l'intérêt ici est d'observer le type de réponse choisi.

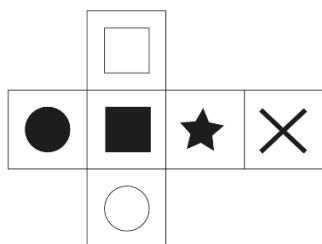
1. Quel est le patron correspondant au cube suivant ?



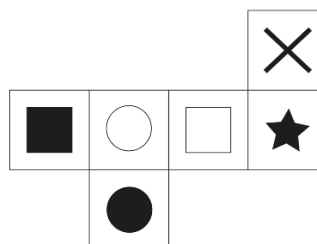
A.



B.

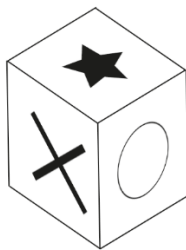
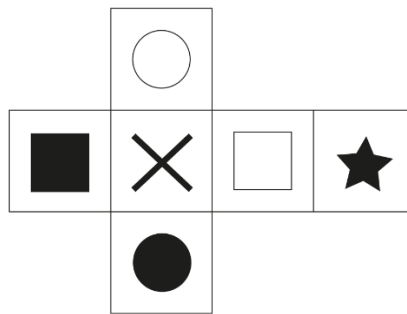


C.

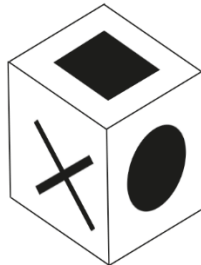


D.

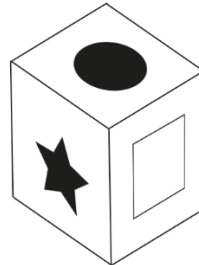
2. Quel est le cube correspondant au patron suivant ?



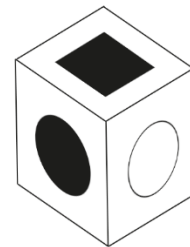
A.



B.

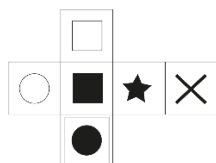
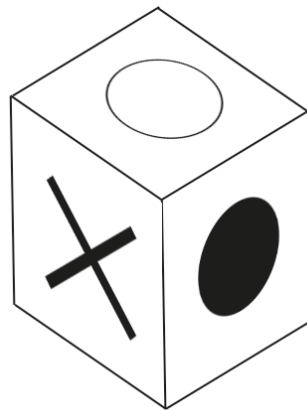


C.

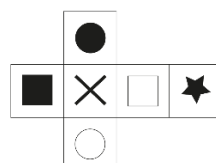


D.

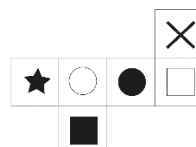
3. Quel est le patron correspondant au cube suivant ?



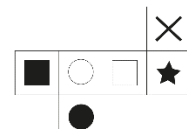
A.



B.

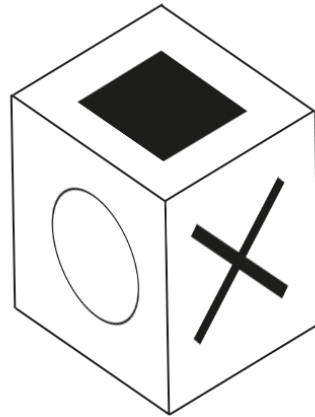


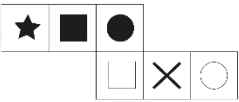
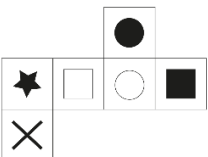
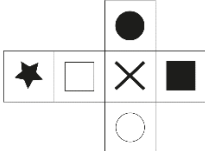
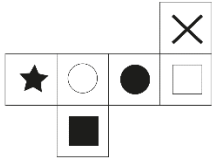
C.



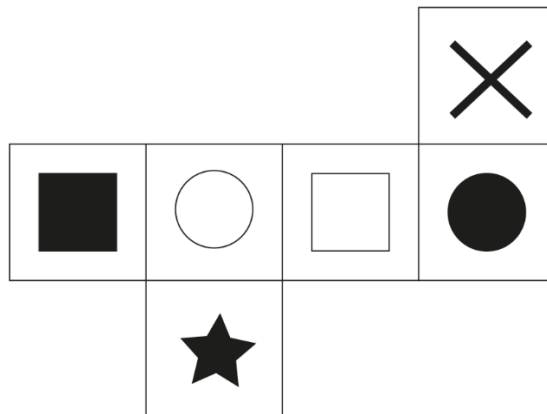
D.

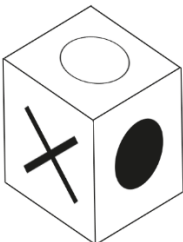
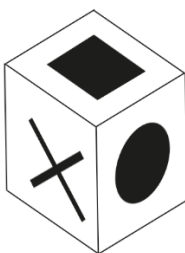
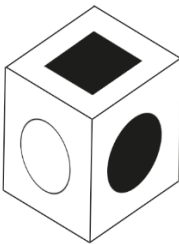
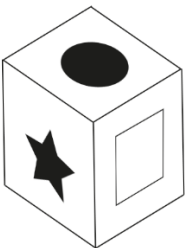
4. Quel est le patron correspondant au cube suivant ?



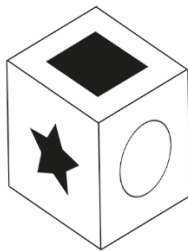
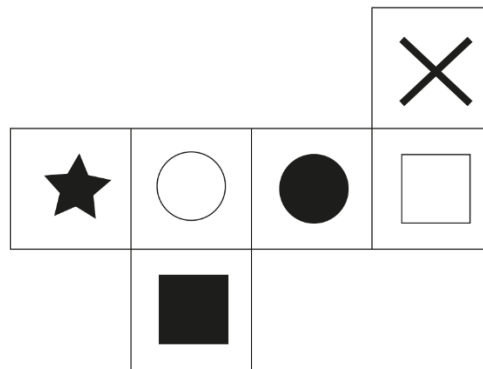
- A. 
- B. 
- C. 
- D. 

5. Quel est le cube correspondant au patron suivant ?

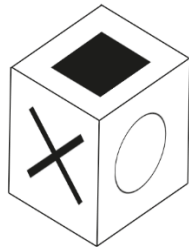


- A. 
- B. 
- C. 
- D. 

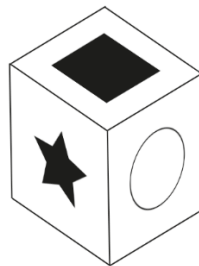
6. Quel est le cube correspondant au patron suivant ?



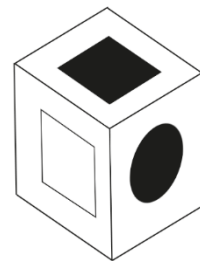
A.



B.

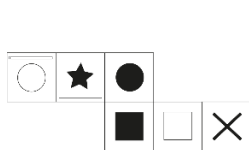
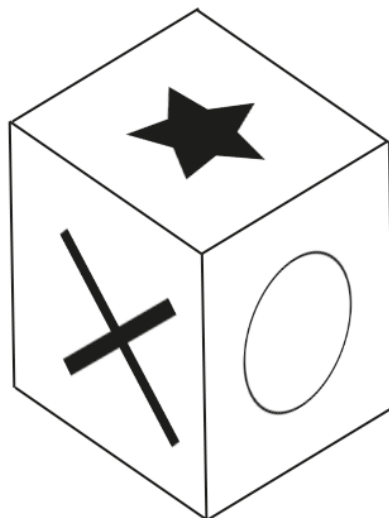


C.

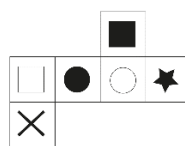


D.

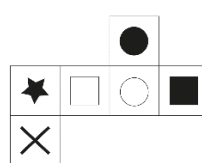
7. Quel est le patron correspondant au cube suivant ?



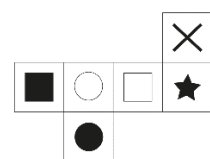
A.



B.

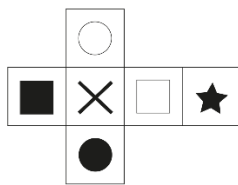
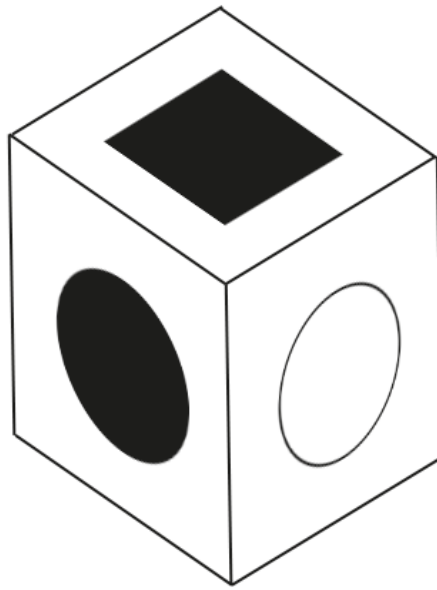


C.

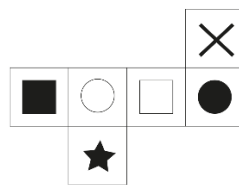


D.

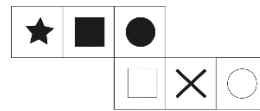
8. Quel est le patron correspondant au cube suivant ?



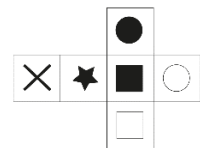
A.



B.



C.



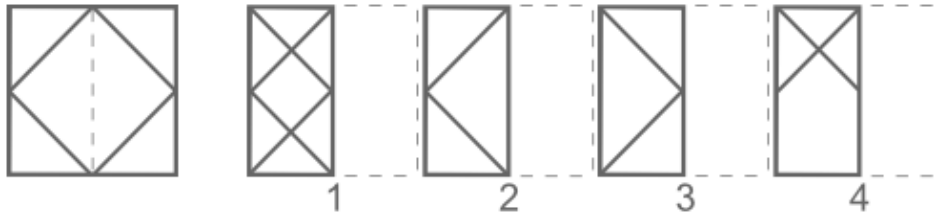
D.

Test 2/3

Le test suivant va vous demander de retrouver la figure obtenue lorsque la feuille dessinée est pliée, en considérant cette feuille transparente (imaginez un calque plié en deux et observé en transparence). Les pointillés indiqués sur chaque réponse servent à comprendre quelle moitié de feuille est restée immobile, et donc le sens de pliage. Essayez de répondre vite, sans réfléchir trop longtemps à chaque possibilité. Les "bonnes" réponses ne sont pas comptabilisées, l'intérêt ici est d'observer le type de réponse choisi.

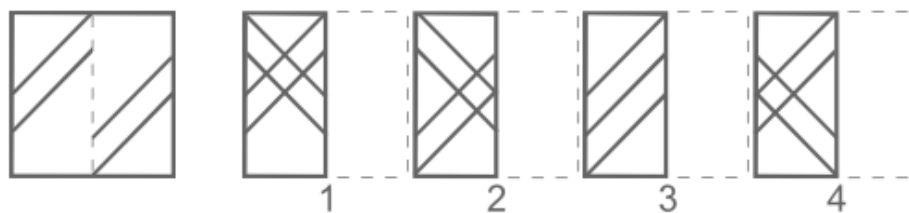
1. Quelle figure obtient-on lorsque la feuille transparente est pliée le long des pointillés ?

Attention au sens de pliage



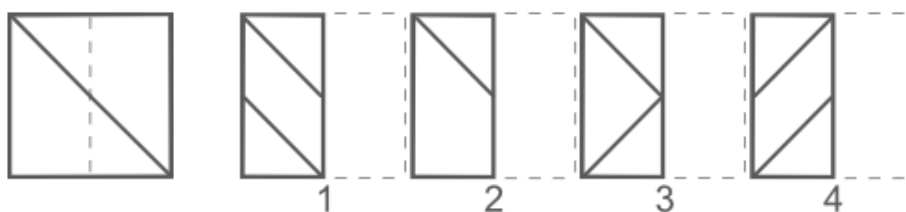
2. Quelle figure obtient-on lorsque la feuille transparente est pliée le long des pointillés ?

Attention au sens de pliage



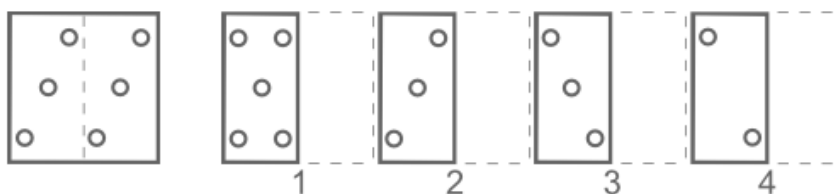
3. Quelle figure obtient-on lorsque la feuille transparente est pliée le long des pointillés ?

Attention au sens de pliage

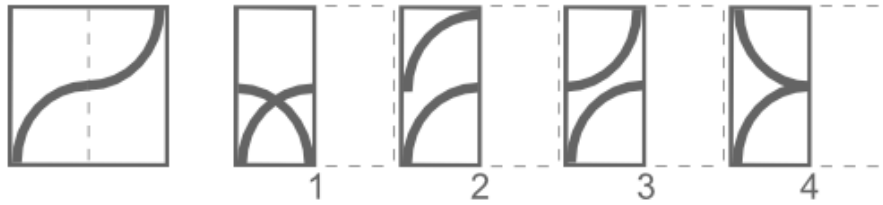


4. Quelle figure obtient-on lorsque la feuille transparente est pliée le long des pointillés ?

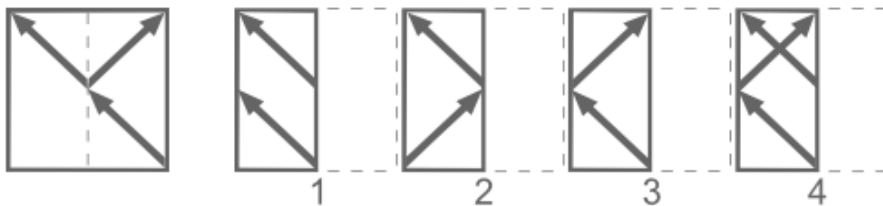
Attention au sens de pliage



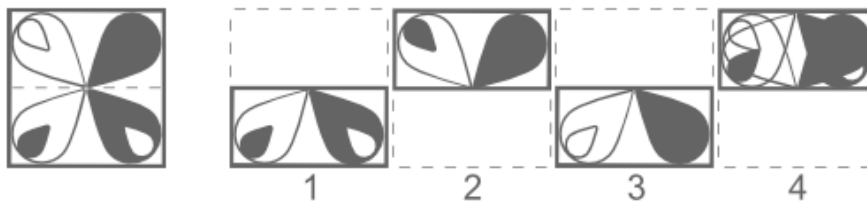
5. Quelle figure obtient-on lorsque la feuille transparente est pliée le long des pointillés ?
Attention au sens de pliage



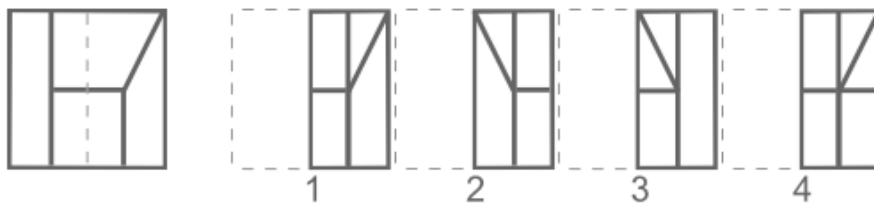
6. Quelle figure obtient-on lorsque la feuille transparente est pliée le long des pointillés ?
Attention au sens de pliage



7. Quelle figure obtient-on lorsque la feuille transparente est pliée le long des pointillés ?
Attention au sens de pliage

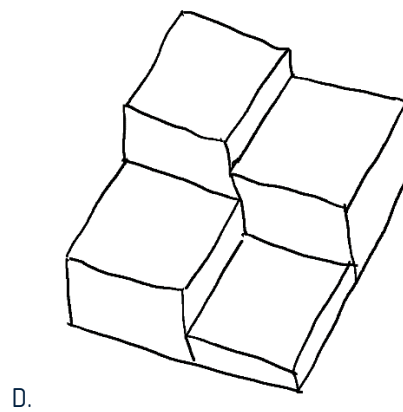
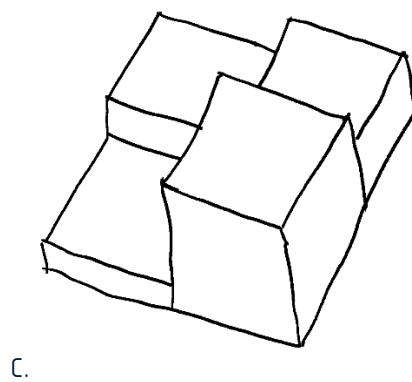
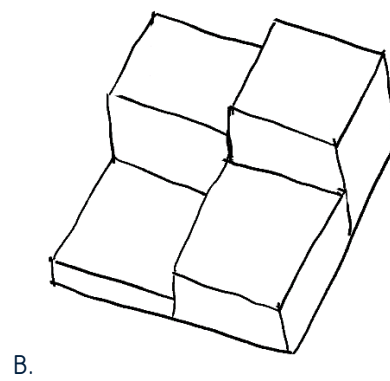
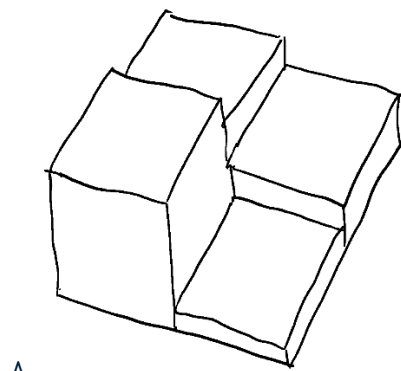
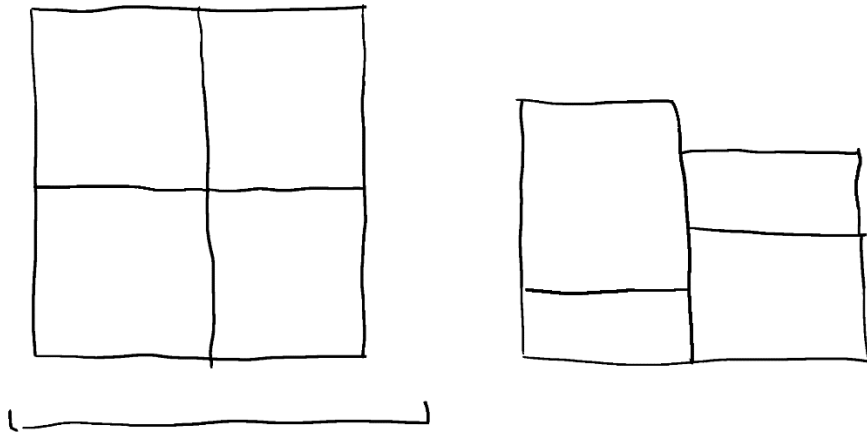


8. Quelle figure obtient-on lorsque la feuille transparente est pliée le long des pointillés ?
Attention au sens de pliage

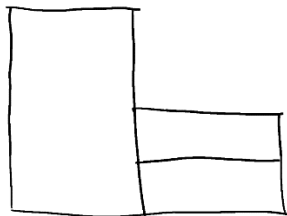
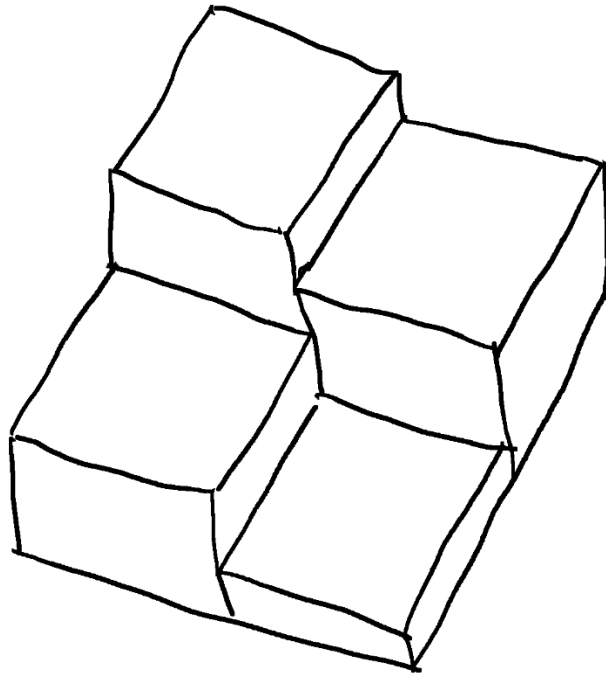


Test 3/3

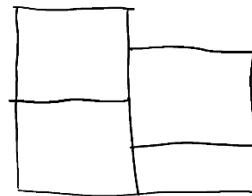
1. Quelle est l'axonométrie qui correspond à l'élévation suivante ?



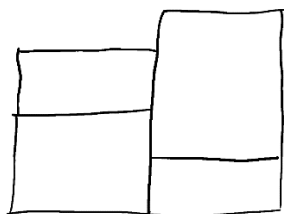
2. Quelle est l'élévation qui correspond à l'axonométrie suivante ?



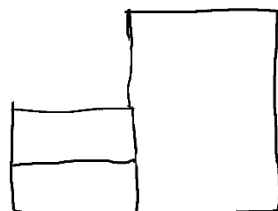
A.



B.

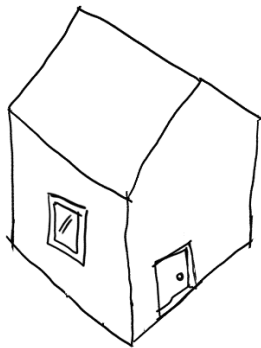
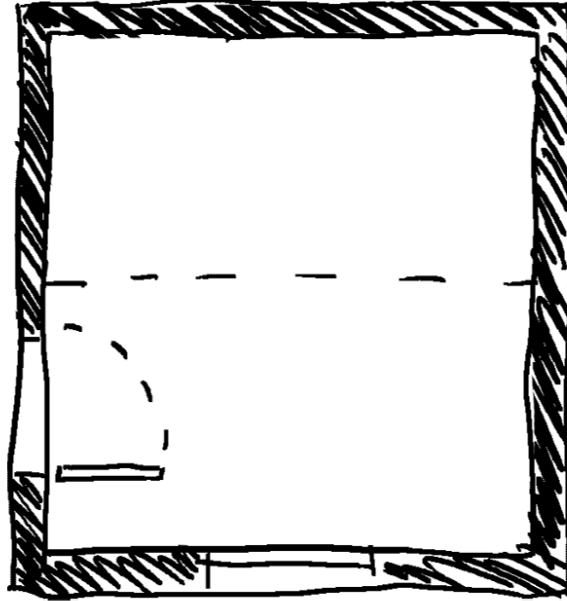


C.

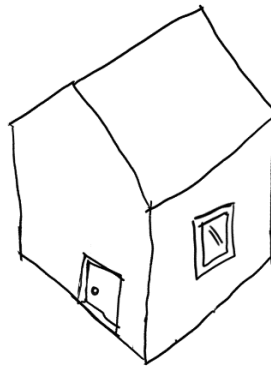


D.

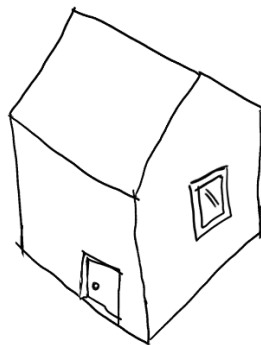
3. Quelle est l'axonométrie qui correspond au plan suivant ?



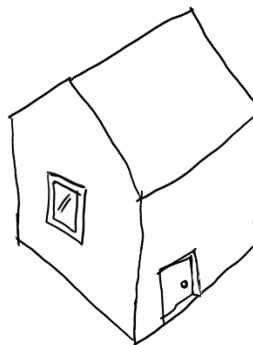
A.



B.

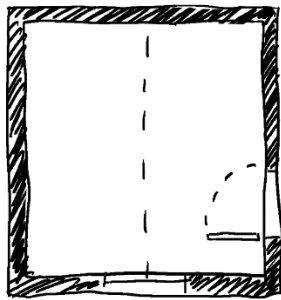
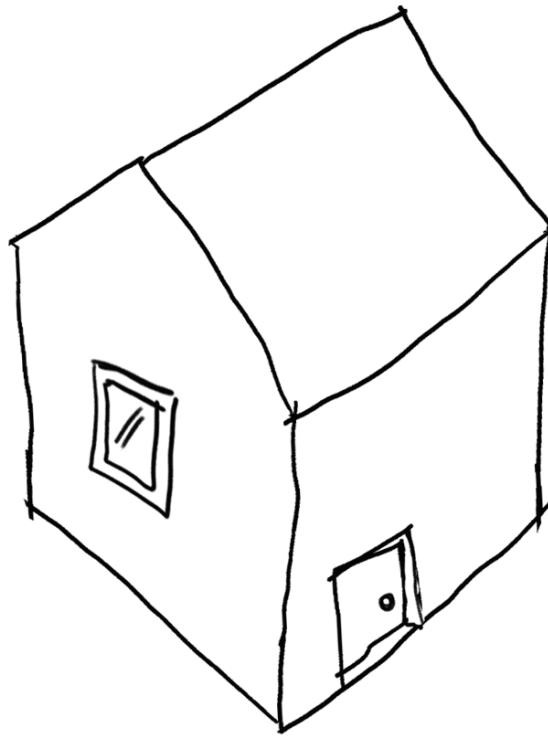


C.

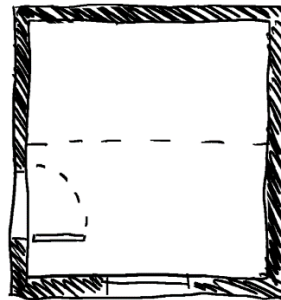


D.

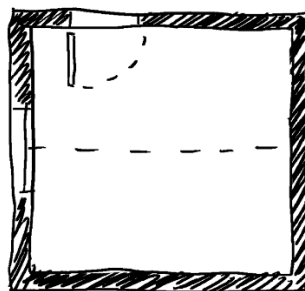
4. Quel est le plan qui correspond à l'axonométrie suivante ?



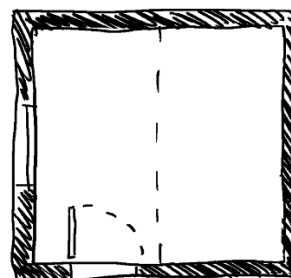
A.



B.

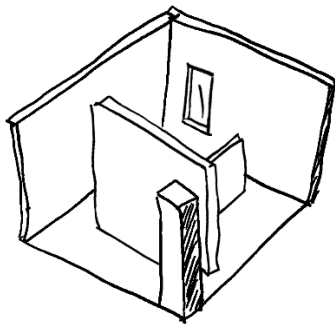
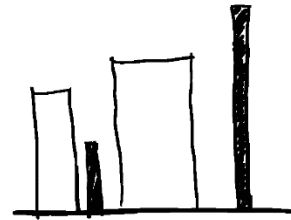
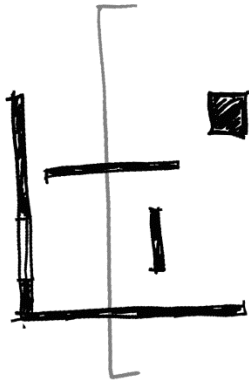


C.

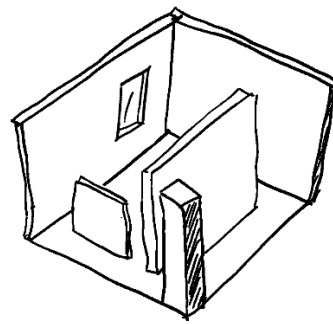


D.

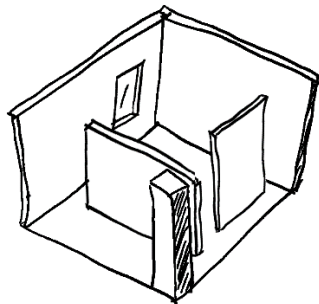
5. Quelle est l'axonométrie qui correspond au plan et à la coupe suivants ?



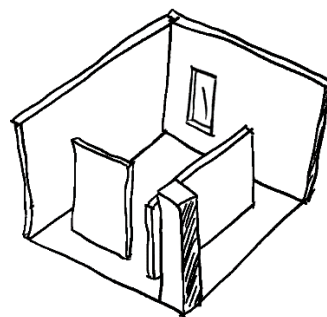
A.



B.

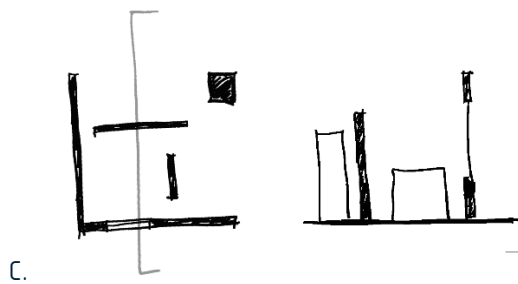
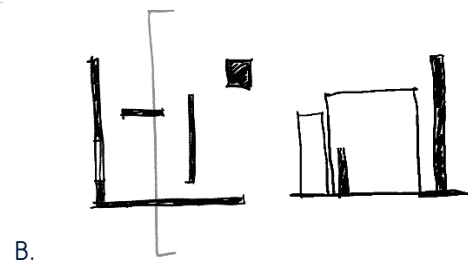
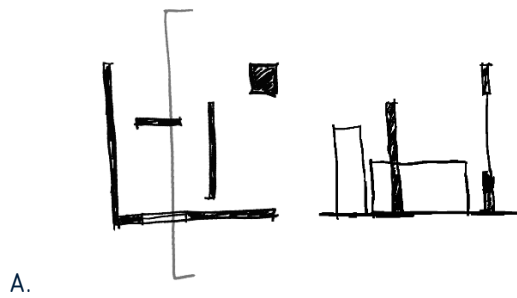
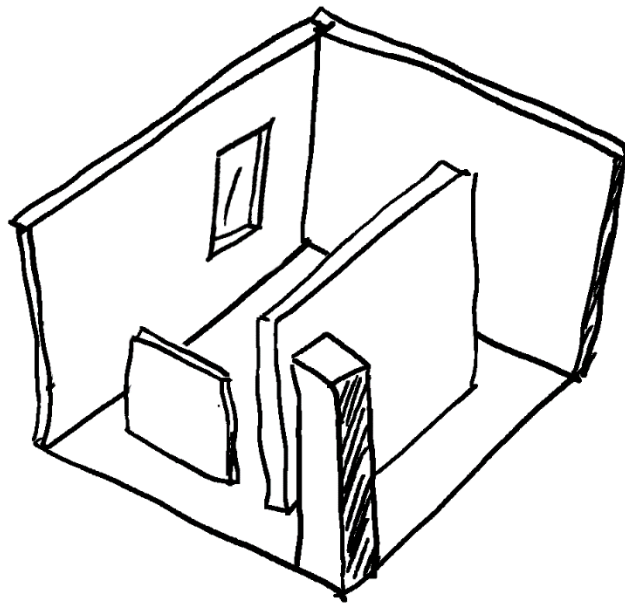


C.



D.

6. Quels sont le plan et la coupe qui correspondent à l'axonométrie suivante ?



3. SCRIPT DU TEST – REPONSES

Réponses attendues au test :

Test 1/3 : cubes géométriques

1. A
2. C
3. A
4. B
5. B
6. D
7. A
8. C

Test 2/3 : pliages

1. B
2. D
3. C
4. A
5. D
6. B
7. B
8. A

Test 3/3

1. A
2. B
3. B
4. A
5. D
6. C