

# Complexité de l'observation des processus de conception paramétrique : retours d'expériences de deux cas distincts d'application de la méthode

Salma Akrouit et Aïda Siala

**Salma Akrouit** : Chercheuse associée LUCID-Ulège - salma\_akrouit@hotmail.fr

**Aïda Siala** : Chercheuse associée

DOI: [10.25518/modact2023.80](https://doi.org/10.25518/modact2023.80)

## Résumé :

La méthode d'observation est reconnue pour son efficacité dans l'étude et la modélisation des processus de conception. Néanmoins, des contraintes méthodologiques peuvent affecter sa validité et sa fiabilité. Cet article présente un retour d'expérience sur deux approches de recherche en vue d'explorer les contraintes et les limites associées à la mise en œuvre de la méthode d'observation pour l'étude de la conception paramétrique dans différents contextes. Il a pour objectif de mettre en lumière les applications variées de l'observation pour des fins de compréhension des processus cognitifs et de transformation de l'activité impliquée dans la conception paramétrique. Ce travail n'est pas axé sur la comparaison systématique de ces deux approches distinctes en méthodologie et en objectif, il contribue plutôt à enrichir la compréhension des enjeux liés à l'utilisation de la méthode d'observation et propose des pistes d'amélioration pour une gestion optimisée de cette approche dans l'étude de l'activité de conception.

**Mots-clés** : méthodes d'observation, activités de conception, conception paramétrique, analyse des processus, traitement de données qualitatives

11/05/2023

## 1. Introduction

L'observation est une méthode fondamentale pour comprendre les activités humaines, elle a été utilisée dans différents contextes pour étudier et modéliser les processus instrumentés de conception architecturale. De nombreuses recherches, telles que celles de Schön (1983), Suwa & Tversky (2001), Yilmaz (2011), Kolarevic & Malkawi (2005), Bonnemaizon & al. (2015) et Wang, C., & Du, Q. (2020), ont mis en évidence l'importance de l'observation pour la modélisation des processus tout en clarifiant les différentes possibilités d'application de l'observation pour des objectifs complémentaires de recherche. Toutefois, l'observation présente certaines limites méthodologiques et fait face à des complexités en raison de la nature changeante de l'objet d'étude et de l'évolution des méthodes de conception. Une adaptation constante des protocoles d'observation et des méthodes de collecte et d'analyse de données devient nécessaire dans ce cadre.

Cet article explore les possibilités d'adaptation de l'observation comme méthode appliquée pour répondre à deux objectifs de recherche complémentaires qui sont la compréhension des processus

---

et la transformation des pratiques. Tout en discutant des enjeux et contraintes associés à la méthode, cet article soutient la pertinence de l'observation pour l'étude et la modélisation des processus. Pour illustrer cette problématique, nous présentons deux expériences d'observation de processus de conception paramétrique, chacune appliquant la méthode pour un objectif distinct : la première pour la compréhension des processus cognitifs et des interactions entre les concepteurs et les outils paramétriques, et la seconde pour l'évaluation et la transformation des pratiques de conception. L'objectif principal de cet article est de partager un retour d'expérience afin de mieux comprendre les contraintes liées à l'observation dans l'étude des processus de conception paramétrique, de mettre en lumière les défis et les opportunités qui y sont associés et de discuter des possibilités d'amélioration contribuant à l'élaboration de méthodologies plus efficaces et adaptées aux pratiques de conception paramétrique.

Cet article présente d'abord le cadre théorique correspondant à l'application de la méthode d'observation pour des fins compréhensives ou transformatives. Il expose ensuite les contextes et objectifs des deux approches de recherche, ainsi que les contraintes majeures rencontrées pendant chacune des expériences d'observation. Il discute enfin des pistes d'amélioration possibles pour chaque protocole.

## **2. Cadre théorique**

Pour le présent article, nous adoptons un cadre théorique constructiviste, celui-ci s'appuie sur la construction active des connaissances par les individus et l'importance des facteurs contextuels, sociaux, cognitifs et émotionnels lors de l'interaction avec les outils paramétriques (Carpo, 2017). Pour le premier exemple d'observation à objectif compréhensif, notre cadre s'appuie la cognition située (Lave & Wenger, 1991; Suwa & Tversky, 2001) et la réflexion pratique (Schön, 1983; Yilmaz, 2011), mettant l'accent sur l'observation des concepteurs en action et l'étude de leurs interactions avec les outils paramétriques et les environnements de travail. Le deuxième exemple applique l'observation pour un objectif transformatif et se base sur la recherche-action (Schön, 1983; Kolarevic & Malkawi, 2005) et l'expérimentation contrôlée (Aish & Woodbury, 2005; Bonnemaizon & al., 2015), qui permettent la mise en œuvre d'interventions fondées sur l'observation pour évaluer et améliorer les pratiques de conception paramétrique.

Ces approches sont enrichies par la théorie du cours d'action de Theureau (2006), qui fournit des outils pour analyser les activités en temps réel ; les travaux sur l'élicitation de l'expérience, tels que l'entretien d'explicitation de Vermersch (2011), qui permettent d'accéder aux processus cognitifs ; l'auto-confrontation simple et croisée de Cahour (2010), qui se base sur la réflexion critique. La combinaison de ces approches permet d'obtenir une vision holistique et nuancée des processus de conception et favorise l'élaboration d'interventions adaptées pour améliorer les pratiques de conception paramétrique. Elle permet d'observer et d'analyser les processus de conception paramétrique sous différents angles (Wang, C, & Du, 2020), d'identifier les stratégies, les choix et les motivations des concepteurs, et de mettre en œuvre des interventions visant à optimiser les pratiques de conception paramétrique.

## **3. Expériences d'observation et contextes de recherche**

Dans cette section, les deux expériences d'observation sont exposées. L'intention ici est d'illustrer l'importance de la méthode d'observation dans l'étude de l'activité de conception, les modalités

---

d'application et les défis récurrents découlant de l'utilisation de l'observation pour l'étude des processus paramétriques.

### **3.1 Premier protocole : application de l'observation pour un objectif compréhensif**

#### **3.1.1 Contexte de l'étude**

Le premier protocole de recherche développé dans le cadre d'une thèse doctorale vise à comprendre l'évolution des intentions des concepteurs lors de la conception paramétrique. En référence aux travaux d'Oxman & al. (2017), Aish & Woodbury (2005) et Chien & al. (2015), l'étude explore les approches contemporaines en conception paramétrique et l'impact des méthodes computationnelles sur la pensée des architectes. Le focus est mis sur l'utilisation de Grasshopper<sup>1</sup>, un modèleur paramétrique génératif et plug-in du logiciel de modélisation explicite Rhinoceros 3D. L'objectif principal est d'identifier les motivations exploratoires des concepteurs et d'étudier l'évolution de leurs intentions architecturales liées à l'utilisation des modèleurs paramétriques dans des phases précoces de la conception. L'hypothèse suggère que les mécanismes génératifs<sup>2</sup> offerts par ces modèleurs stimulent l'exploration créative en architecture, dépassant la simple modélisation de formes complexes.

Pour explorer ce sujet, l'étude met en œuvre plusieurs méthodes complémentaires, notamment des entretiens semi-structurés avec des concepteurs expérimentés, des questionnaires, des séances de collaboration et des observations auprès d'apprentis et d'experts. L'immersion in-situ et l'observation des processus paramétriques étaient cruciales pour atteindre l'objectif de cette recherche. En résumé l'étude se déroule en deux étapes : une enquête préliminaire<sup>3</sup> pour préparer et orienter l'observation, suivie d'une phase d'observation active. Celle-ci s'opère auprès de six concepteurs<sup>4</sup> possédant divers niveaux d'expertise, de l'apprenti à l'expert, et ayant une familiarité avec les outils paramétriques. Ces concepteurs ont été observés dans leur contexte habituel d'activité.

#### **3.1.2 Synthèse de la démarche d'observation**

Avant de se lancer dans l'observation in-situ des concepteurs en activité, une étude préliminaire a été menée pour déterminer les contextes et les acteurs susceptibles de collaborer. Par la suite, un dispositif d'observation a été mis en place, une grille d'analyse a été développée et un essai pilote a été réalisé. Une fois les observations effectuées, des entretiens supplémentaires ont été organisés pour éclaircir certains points, et des questionnaires en ligne ont été distribués dans le but de vérifier l'interprétation des intentions.

#### **Corpus d'étude**

L'observation a été structurée grâce à une enquête préliminaire, celle-ci a permis d'identifier les motivations exploratoires de départ justifiant l'usage d'un modèleur paramétrique dans un processus de conception. Ces motivations ont été catégorisées selon trois postures exploratoires potentielles que le concepteur peut adopter lors de son approche de conception : Paramétrer une image complexe prédéfinie (Posture 1) ; Paramétrer les contraintes physiques (Posture 2) ; Paramétrer un concept (Posture 3). Ces postures paramétriques de départ ont servi de guide pour la sélection des situations à observer. L'objectif de l'observation était de vérifier et de comprendre les différentes

postures de départ afin de les caractériser en termes d'activités cognitives. L'observation s'est déroulée dans l'environnement naturel des participants, sans interférer avec leurs méthodes de travail. Le tableau 1 présente le contexte d'observation associé aux trois postures paramétriques possibles.

<b><i>Approche observée (Posture de départ)</i></b>	<b><i>Contexte d'observation</i></b>	<b><i>Corpus</i></b>
<i>Paramétrer une image prédéfinie (P1)</i>	Projet de conception de fin de formation niveau Master1 -Faculté des sciences appliquées-Filière ingé-architecte-ULiège.	Profil novice niveau master 1 /3h/ vidéo
<i>Paramétrer une image prédéfinie (P1)</i>	Mise à l'épreuve du projet de fin de formation niveau Master 1- Faculté d'architecture-ULiège.	Profil expert / 3h vidéo
<i>Paramétrer un concept (P2)</i>	Projet de fin d'étude -Faculté des sciences appliquées- Filière ingénieur-architecte-ULiège.	Profil expert / 10 h vidéo
<i>Paramétrer les contraintes physiques externes (P3)</i>	Projet de fin de cycle Master 2 - Module « Matérialités numériques » -Faculté d'architecture UMons.	2 Profils novices niveau Master 2/ 48 h vidéo

Tableau 1 - Observations et terrain d'étude.

### **Dispositif technique d'observation et expérience préliminaire**

Un dispositif technique capable de capturer tous les facteurs et aspects importants de la situation de conception observée a été conçu et mis à l'essai avant de passer aux contextes d'observation (voir tableau 1). La figure 1 illustre le dispositif d'observation utilisé lors de sa mise à l'essai. Ce dispositif est équipé de deux caméras. La première (cam 1) est positionnée face à un grand écran connecté à l'ordinateur du concepteur et permet de capturer les différentes opérations réalisées par celui-ci. La seconde caméra (cam 2) est orientée vers la scène pour observer les interactions du concepteur avec son environnement. Un logiciel d'enregistrement d'écran est installé sur l'ordinateur de l'acteur avant chaque séance pour éviter tout incident technique. Ainsi équipé, le dispositif permet de saisir simultanément les actions du concepteur sur l'écran de travail et ses interactions avec son environnement, offrant ainsi une vision complète du contexte de l'activité de conception.

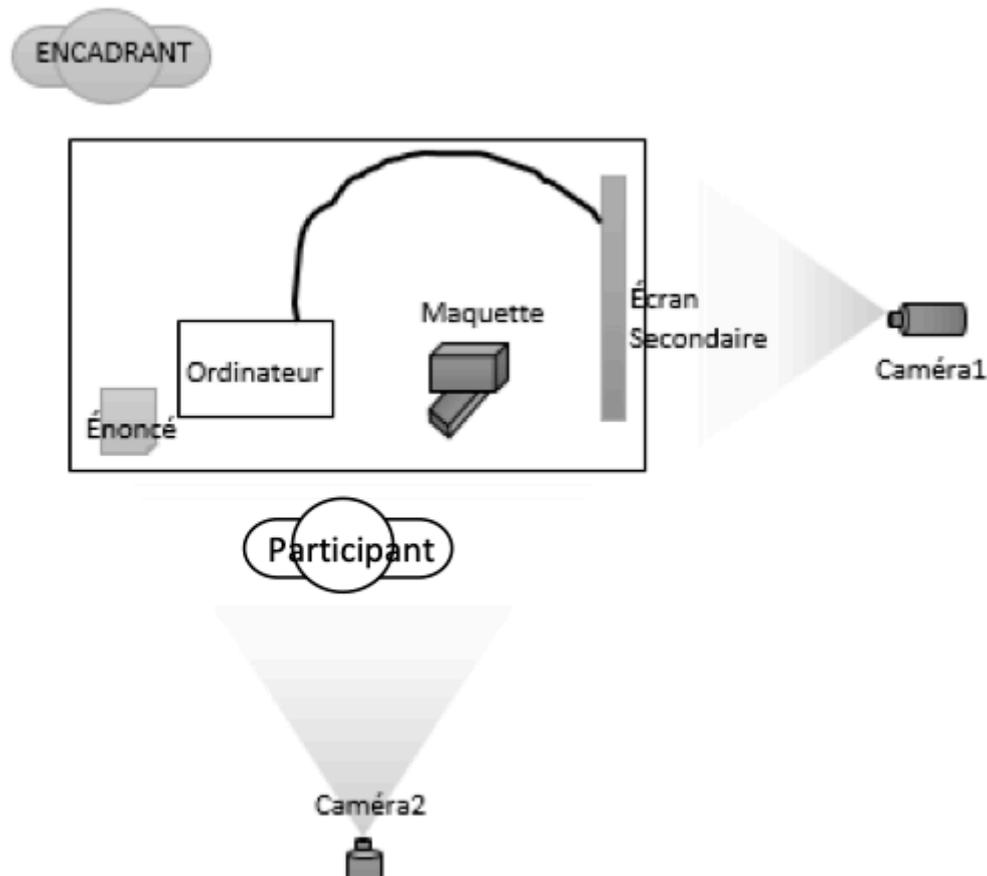


Figure 1 – Mise à l’essai du dispositif d’observation

Pour étudier les processus mentaux impliqués dans la conception paramétrique, les concepteurs ont été invités à verbaliser leurs pensées et intentions tout en effectuant leur activité de conception. Cette méthode du « *think-aloud* »<sup>5</sup> permet de comprendre comment les concepteurs abordent l'outil paramétrique et dans quels objectifs, comment ils prennent des décisions, quelles sont leurs stratégies et leurs difficultés par rapport au problème de conception et à l'usage de l'outil. Enfin, la mise à l'essai du dispositif d'observation a permis au chercheur de comprendre sa posture et de tester ses outils, notamment la grille d'observation afin de préciser les variables et paramètres à observer durant les séances de conception ciblées. Bien que l'encodage au vif de l'action reste difficile, cette grille oriente la prise de notes qui prend en considération les paramètres et variables de la grille et permet de les capturer sans se perdre dans des détails de temporalité. L'enregistrement audiovisuel de l'expérience, combiné à la verbalisation des processus mentaux, permet ainsi de capturer les aspects complexes de l'activité de conception et d'analyser l'impact de l'outil sur l'évolution des intentions de conception.

### Traitement des données

Suite à l'observation, le chercheur se trouve face à un ensemble de données variées, incluant principalement des enregistrements audio et vidéo, des notes d'observation et des documents de conception. Le traitement commence par le visionnage et la transcription des enregistrements qui permettent au chercheur de compléter et d'affiner sa grille d'observation, celle-ci évolue pour devenir une grille d'encodage systématique de l'activité observée. Le chercheur procède ensuite

au codage<sup>6</sup> des données en identifiant des thèmes, des catégories et des éléments<sup>7</sup> spécifiques liés à l'approche de conception paramétrique et aux intentions de conception. L'analyse de contenu<sup>8</sup> a permis au chercheur de réduire et de structurer les données, facilitant ainsi leur interprétation et leur compréhension. Le chercheur alterne entre les activités de codage, de catégorisation et de comparaison des données dans un processus itératif <sup>9</sup>l'aidant à identifier les relations et les structures qui permettent de comprendre l'évolution des intentions exploratoires dans l'approche étudiée. Ce travail manuel produit un support détaillé pour le traitement quantitatif ultérieur, réalisé à l'aide de l'outil de traitement de données Common Tools<sup>10</sup>. Cet outil génère divers graphiques et facilite le croisement des paramètres, permettant ainsi de découvrir de nouveaux résultats. Le traitement automatisé est appliqué aux grilles encodées pour, finalement, visualiser les résultats sous forme de graphiques.

La recherche implique une mise en relation entre les différents types de données sur plusieurs temps. La triangulation est essentielle pour assurer la fiabilité et la validité des résultats. La méthode d'observation a permis de comprendre l'évolution des intentions du concepteur en examinant les processus de conception paramétrique et en mettant en évidence les liens entre les intentions, les actions et les résultats observés.

### **3.1.3 Difficultés rencontrées durant l'observation**

Au cours de cette étude, plusieurs défis liés à l'observation des activités de conception ont été identifiés, certaines étaient d'ordre contextuel et organisationnel et d'autres étaient d'ordre méthodologique et spécifique à l'observation et à la compréhension des processus de conception paramétriques.

#### **Difficultés organisationnelles**

Dans cette étude, l'observation participante<sup>11</sup> et l'immersion demandent un investissement considérable du chercheur en termes de temps, d'efforts intellectuels et de compétences techniques. La logistique pré et post-observation ajoute de la complexité à la méthode et prolonge le processus. Une enquête préliminaire a été nécessaire pour déterminer comment organiser les observations et équilibrer les profils des participants selon les objectifs de la recherche. Par ailleurs, le dispositif d'observation (Fig.1) a exigé des ajustements réguliers et adaptés à chaque situation observée malgré les préparations. Bien que le chercheur ait tenté de trouver des collaborateurs, il a rencontré des difficultés pour déléguer les tâches logistiques et techniques lors des observations in-situ. La gestion simultanée des intervenants, de la mise en place du matériel, de la prise de notes perturbe l'attention du chercheur et nuit à son efficacité. D'autre part, la gestion et l'analyse des données diversifiées et volumineuses étaient complexes et chronophages, surtout que le chercheur a opté pour un traitement manuel, essentiel dans son cas pour pouvoir construire du sens et comprendre en profondeur les activités de conception paramétriques.

L'appartenance du chercheur au même domaine des participants facilite certainement son intégration, mais des obstacles subsistent. Certains participants manifestent un manque d'intérêt ou expriment leur crainte d'être jugés. L'effet intrusif est ressenti même avec des observations indirectes, soulevant des questions quant à l'impact sur les participants et leurs processus de travail. Néanmoins, la dynamique collaborative est cruciale, car l'étude repose sur la co-construction active des données entre le chercheur et les participants.

## **Difficultés spécifiques à l'observation des processus de conception paramétrique pour des objectifs exploratoires**

La première difficulté rencontrée lors de l'étude était de cibler des processus répondant aux questions de recherche, en raison de la complexité du sujet. Une enquête et une modélisation préliminaires des données ont été nécessaires pour définir les postures paramétriques initiales<sup>12</sup> et orienter les observations. La deuxième problématique concernait l'accès aux pratiques professionnelles et la recherche d'experts en modélisation paramétrique disposés à partager leur expertise pour obtenir des données pertinentes et cohérentes.

L'observation directe de la conception paramétrique présente des défis majeurs en raison de la complexité des processus cognitifs et des niveaux de conceptualisation. Il est difficile de comprendre les motivations derrière les choix de conception et de saisir la totalité des processus en jeu. Pour surmonter ces défis, le chercheur a utilisé la technique du « *think-aloud* », puis les entretiens de confrontation, car plusieurs concepteurs n'étaient pas capables d'expliquer tous les détails au vif de l'action.

La compréhension des processus cognitifs dans la conception paramétrique est entravée par la complexité des tâches et les pratiques personnalisées des experts en modélisation. Le chercheur doit se former pour suivre l'évolution de la technologie et comprendre les opérations complexes réalisées par les concepteurs experts, comme l'intention derrière l'utilisation de nœuds personnalisés et de blocs de code.

En outre, l'observation d'un petit groupe de concepteurs, la complexité des modèles paramétriques et leur constante évolution, associées aux pratiques personnalisées des concepteurs, rendent difficile la généralisation des résultats obtenus via l'observation. En effet les résultats d'une étude menée auprès de concepteurs expérimentés peuvent ne pas être généralisables à des concepteurs débutants ou à ceux travaillant dans des contextes différents. L'un des défis consistait à équilibrer les profils observés entre experts et débutants, chose qui était difficile à réaliser dans ce cas d'étude.

## **3.2. Deuxième protocole : application de l'observation pour un objectif d'évaluation et de transformation de pratiques**

### **3.2.1 Contexte d'étude**

La deuxième expérience d'observation a été menée dans le cadre d'une thèse de doctorat portant sur l'intégration des exigences du programme architectural dans les outils de modélisation. Le but de cette recherche est d'améliorer l'optimisation de la réponse architecturale dès les premières phases de conception en intégrant les exigences du programme dans le processus BIM. L'étude se focalise sur les exigences spatiales non géométriques (ENG) qui sont décrites dans les programmes architecturaux sous formes textuelles ou graphique et qui sont très utiles pour la mise en forme du projet (ex. proximité entre les espaces (ex. à proximité de, loin de), type de relation entre espaces (ex. principale, secondaire, couverte, découverte, visuelle), type d'accès (ex. direct, indirect, extérieur, à partir de), etc.). La difficulté de la prise en compte des ENG dans une démarche BIM revient à la nature même de ces données, qui sont en majorité qualitatives, et par conséquent difficiles à appréhender par les outils informatiques, essentiellement orientés vers les données quantitatives. Les standards BIM actuels présentent des limites quant à l'intégration des

informations non-géométriques, et les solutions alternatives se concentrent principalement sur les exigences règlementaires numériques (Ismail & al. 2017 ; Nawari 2018 ; Lee & al. 2019 ; Song & al. 2019; etc.). Dans ce contexte, l'étude propose une nouvelle approche de conception basée sur un prototype qui permet d'intégrer les ENG dans l'outil de modélisation et de vérifier ensuite la conformité des modèles conçus à ces exigences. Les hypothèses de cette étude stipulent que la prise en compte des ENG et leur vérification dans l'outil de modélisation peuvent assister le concepteur à produire des modèles plus conformes aux exigences du programme et à optimiser le temps de conception. Le développement de cette approche se base sur une première étape d'intégration, assurée à travers la traduction des ENG en paramètres identifiables par les outils de modélisation, suivie d'une étape de vérification basée sur des règles de vérification calculables et des algorithmes comportant les attributs alphanumériques requis pour évaluer le respect de ces règles et afficher ensuite le projet avec un code de couleurs selon la conformité des espaces aux exigences. Cette approche s'appuie sur Revit et son extension de programmation visuelle Dynamo.

Dans le cadre de cette étude, la méthode d'observation a été utilisée pour évaluer l'approche de conception développée et en proposer d'éventuelles améliorations. L'objectif de l'observation étant de confronter l'évolution de la conception d'un projet architectural réalisé en suivant l'approche de conception développée, à celle réalisée en suivant une approche de conception classique. La comparaison des deux approches sur un même projet de conception permet de mesurer l'impact de l'approche développée sur le processus de conception et constitue ainsi une première étape d'évaluation de sa pertinence.

### **3.2.2 Synthèse de la démarche d'observation**

L'observation de l'activité s'avère ici un moyen efficace permettant de collecter des données précises sur le déroulement du processus de conception suivant les deux approches observées (avec et sans prototype), de comprendre et de comparer les activités et les résultats des deux groupes de concepteurs. Elle constitue, en ce sens, un outil puissant permettant de mesurer l'écart entre les deux approches de conception observées pour confirmer ou infirmer les hypothèses formulées.

#### **Situations d'observation et corpus**

L'observation s'est déroulée dans un cadre pédagogique, avec deux groupes d'étudiants en troisième année architecture à l'école nationale d'architecture et d'urbanisme de Tunis (ENAU) : l'un expérimentant l'approche développée (avec prototype) et l'autre travaillant avec la démarche classique de conception (sans prototype). Le travail de conception s'est fait individuellement, durant une même période et concernant un même programme architectural<sup>13</sup> riche en ENG. Un test de niveau<sup>14</sup> a permis de réduire le nombre de participants à cinq étudiants et de constituer ainsi deux groupes expérimentaux analogues en termes de compétences (Tableau 2). L'observation s'est étalée sur quatre séances, précédées d'une séance préliminaire réservée à l'explication du contexte de l'étude et à la présentation de l'approche de conception proposée, suivie d'une démonstration d'un cas d'application au profit du groupe qui va utiliser le prototype.

<i>Approche observée</i>	<i>Contexte d'observation</i>	<i>Corpus</i>
Approche de conception développée (avec prototype)	Exercice d'application dans le cadre du cours de CAO - 3ème année architecture - Ecole Nationale d'Architecture et d'Urbanisme de Tunis (ENAU)	5 processus (Etudiants)
Approche classique de conception (sans prototype)	Exercice d'application dans le cadre du cours de CAO - 3ème année architecture - Ecole Nationale d'Architecture et d'Urbanisme de Tunis (ENAU)	5 processus (Etudiants)

Tableau 2 - Observation, contexte et corpus

### Dispositif technique d'observation et variables à analyser

Afin de pouvoir vérifier les hypothèses formulées, deux facteurs ont été observés, à savoir : la quantité d'exigences respectées et le temps dépensé à la consultation du programme. Afin d'observer et d'analyser ces deux facteurs, le travail de chaque étudiant a été enregistré par capture vidéo d'écran, servant ensuite à l'encodage des données. Une fiche de suivi a permis également de noter les observations par groupe et par étudiant séances tenantes. Durant l'observation, le programme architectural a été fourni uniquement en format numérique (PDF), pour pouvoir observer ensuite la fréquence de sa consultation (figure 2). Afin de contrôler les facteurs extérieurs au déroulement des expériences, les mêmes conditions de travail ont été fournies aux deux groupes expérimentaux. Concernant le facteur temps, il a fallu veiller au respect exact de la durée de chaque séance par la vérification des séquences rendues. Le temps perdu lors des échanges entre participants a été géré durant le suivi, et l'adaptation à l'utilisation du prototype a été facilitée grâce à une séance préliminaire et une assistance continue pendant la conception.

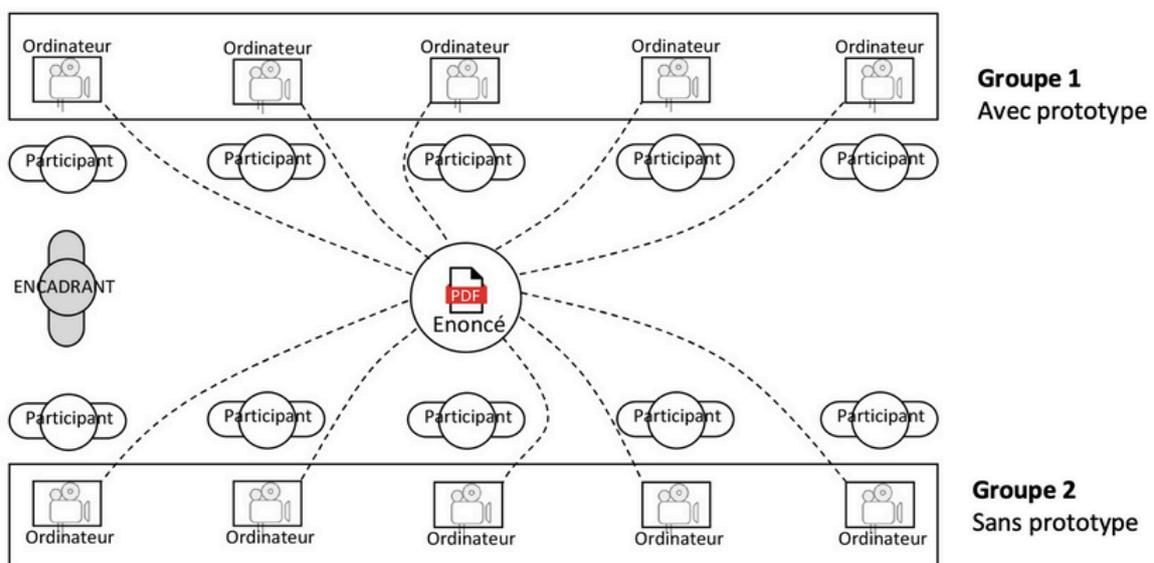


Figure 2 – Schéma du dispositif d'observation des deux approches

## Traitement des données et résultats

La méthode d'analyse a commencé par le traitement des données, avec l'encodage manuel des séquences vidéo enregistrées dans une grille d'analyse. Puis, l'interprétation de l'encodage à travers une représentation des données sous forme d'histogrammes a permis de mettre en évidence l'écart entre les deux approches. L'écart identifié a été ensuite évalué et validé par l'emploi d'un test  $T^{15}$  à variables indépendantes. Enfin, l'interprétation des résultats a été faite sur la base des variables analysées, mais aussi en prenant compte les observations notées au cours du déroulement des expériences et des retours de la part des participants. L'interprétation des données de cette observation a démontré que l'utilisation de l'approche développée a permis effectivement au premier groupe de concevoir des projets plus conformes aux exigences non géométriques du programme (28% en plus d'ENG respectées). Elle a également démontré que la présence des exigences du programme dans l'outil de modélisation et la possibilité de vérifier instantanément la conformité de la conception au fur et à mesure que le projet évolue a permis au premier groupe de consulter le programme architectural nettement moins que le deuxième et de gagner ainsi de temps de conception. Ces résultats ont finalement validé les hypothèses de cette recherche.

### 3.2.3 Difficultés rencontrées durant l'observation

#### Difficultés organisationnelles

Étant donné que l'observation a été effectuée dans un cadre pédagogique, en parallèle avec l'atelier informatique<sup>16</sup>, la première difficulté rencontrée concernait la constitution de groupes de concepteurs motivés et impliqués. Malgré un protocole de sélection détaillé, il était difficile d'encourager les étudiants à participer en dehors de leurs heures de cours. Pour susciter leur intérêt, il a fallu expliquer les objectifs de la recherche et proposer des points bonus en contrôle continu pour les participants. Une autre difficulté rencontrée était liée à la préparation des outils et des équipements nécessaires pour l'expérimentation, car la salle qui était mise à disposition pour l'expérimentation n'était pas équipée. Le chercheur a dû fournir les ordinateurs, y installer les logiciels de conception (Revit et Dynamo) et l'outil de capture d'écran (Camtasia Studio), prévoir un disque externe pour enregistrer 80 heures de séquences vidéo (10 heures par groupe et par séance), etc. Ce travail a pris un temps considérable de préparation et de logistique avant le lancement des expériences. Envisager l'expérimentation dans une salle équipée aurait pu épargner énormément de temps et donner à l'expérimentation un cadre plus rigoureux.

Cette préparation a demandé un temps considérable en amont des expériences. La réalisation des expérimentations dans une salle déjà équipée aurait permis de gagner du temps et d'offrir un cadre plus structuré pour les essais.

Durant l'observation, une difficulté majeure rencontrée concernait l'encodage manuel des données, l'examen de 80 heures de séquences vidéo reste une tâche fastidieuse et sujette à erreurs. De plus, le suivi des expériences et les discussions avec les participants ont permis de recueillir des impressions sur l'approche de conception et le protocole expérimental. Pour obtenir des retours plus précis, il serait utile de prévoir une enquête après l'expérimentation pour recueillir l'évaluation de l'approche et du protocole.

Durant l'observation, une difficulté majeure concernait l'encodage manuel des données, l'examen de 80 heures de séquences vidéo reste une tâche fastidieuse et sujette à erreurs. De plus, le suivi des expériences et les discussions avec les participants ont permis de recueillir des impressions sur l'approche de conception et le protocole expérimental. Pour obtenir des retours plus précis, il serait utile de prévoir une enquête après l'expérimentation pour recueillir l'évaluation de l'approche et du protocole.

### **Difficultés spécifiques liées à la mise en œuvre du protocole d'observation**

Malgré les tests d'utilisation et le suivi continu, le prototype n'a pas été utilisé selon la démarche fonctionnelle prévue, car les participants ont adapté le prototype à leurs habitudes et résisté à la nouvelle approche. Les raisons de cette résistance varient : difficultés à comprendre les étapes de la démarche, résistance à adopter une nouvelle approche, et modification du comportement en raison de la conscience d'être observé.

Pour remédier à ces problèmes, le chercheur pourrait fournir des supports pédagogiques supplémentaires, encourager le partage des réflexions sur l'approche, et rappeler les objectifs de l'observation. Pour éviter le biais lié à la conscience d'être observé, il serait préférable de travailler avec deux groupes d'étudiants distincts sans dévoiler les objectifs de l'observation. Les contraintes, défis et limites rencontrés lors de la définition d'un protocole d'observation doivent être pris en compte et traités de manière appropriée pour assurer la validité des résultats.

## **4. Aborder efficacement les enjeux de l'observation de la conception paramétrique : mesures de précautions et recommandations**

Dans le contexte de l'étude des processus de conception paramétrique, diverses recommandations peuvent être suggérées pour aider les chercheurs à surmonter les défis rencontrés lors de l'application de la méthode d'observation. Les deux exemples d'expériences de recherche sur la conception paramétrique présentent des stratégies préventives pour réduire certaines limites liées à l'observation des processus paramétriques. Cependant, d'autres mesures pourraient encore renforcer l'efficacité de la méthode et réduire sa complexité et ses limites. Ces stratégies concernent la planification de l'observation, la gestion des participants, le traitement des données et les défis méthodologiques spécifiques liés à l'objet d'étude.

En ce qui concerne la planification de l'observation, les deux expériences soulignent l'importance de prévoir un dispositif exhaustif pour couvrir un maximum de données en multipliant les points de vue enregistrés afin de prévenir les incidents de perte ou de défaut technique, mais aussi contextualiser les interprétations relatives à une activité fortement située telle que la conception paramétrique. La réalisation d'essais préalables des dispositifs et l'organisation des séances préliminaires d'explications auprès des participants contribuent à réduire à minimiser les risques techniques et les imprévus et réduisant les problèmes d'implication et de réactivité durant l'observation. De plus, il est essentiel de tester et d'affiner le dispositif d'observation en effectuant des essais pour l'adapter aux particularités de la conception paramétrique, telles que la modification constante des paramètres et des variables.

Prévoir différents scénarios permet également de s'adapter aux divers contextes de l'activité de conception paramétrique observée et d'assurer une application plus précise et efficace. Par exemple,

lors de l'observation d'un groupe d'étudiants travaillant sur un projet de conception paramétrique, un scénario pourrait inclure la collaboration et la communication entre les participants, tandis qu'un autre scénario pourrait se concentrer sur la manière dont les participants abordent et résolvent les problèmes de conception individuellement.

En adaptant le dispositif d'observation et en envisageant différents scénarios, les chercheurs peuvent ainsi obtenir une compréhension plus complète et nuancée des processus de conception paramétrique en action. Quel que soit le contexte abordé, inspecter les lieux, préparer des solutions alternatives et bien s'équiper avant de passer à l'observation est essentiel. À cet égard, collaborer avec des partenaires facilite la gestion des aspects techniques et logistiques et renforce l'objectivité des observations et de leur interprétation. La prise de notes effectuée par deux personnes garantit une plus grande objectivité concernant les faits observés et leur interprétation. La collaboration est d'autant plus importante dans le contexte de la conception paramétrique. Dans l'observation des processus de conception paramétriques, il peut être bénéfique de collaborer avec des professionnels pour maîtriser le protocole d'observation et faciliter l'accès aux participants. Toutefois, il est crucial de considérer la motivation<sup>17</sup> des participants, en particulier dans le contexte professionnel, car leur niveau d'engagement et de participation peut influencer la qualité des données recueillies et les résultats de l'expérience. En ce qui concerne la gestion des participants, les contextes académiques ont été favorisés dans les deux expériences pour contrôler le nombre d'observations et la qualité du protocole. Toutefois, intégrer des experts et praticiens est crucial pour généraliser les résultats, surtout avec l'évolution des pratiques paramétriques. Adapter la sélection et le nombre de participants en fonction du contexte, examiner les conditions nécessaires et prévoir des participants supplémentaires sont des stratégies importantes pour assurer la validité de l'expérience.

Pour traiter efficacement les données de conception paramétrique, il est important d'envisager l'automatisation des tâches pour optimiser les efforts et réduire les erreurs, en choisissant une solution adaptée aux objectifs du chercheur. Prendre en compte la temporalité des processus, enregistrer les sessions de travail intégralement et utiliser la technique du time-lapse facilite l'observation. Recourir à plusieurs techniques et confronter les observations aux interprétations des participants améliore la qualité des résultats. Adopter une approche interdisciplinaire, combinant disciplines et domaines de connaissances, permet une compréhension approfondie des processus paramétriques. L'utilisation d'une méthode mixte, associant approches quantitatives et qualitatives, est recommandée pour une analyse nuancée.

La première étude présentée utilise l'observation, les questionnaires, les entretiens semi-structurés et la triangulation des données pour renforcer la fiabilité et la validité des résultats. Rassembler des données provenant de sources diverses, assure une compréhension globale du processus de conception paramétrique et de la modélisation des processus. L'immersion dans le contexte de conception, offre un aperçu précieux des interactions entre les participants et leur environnement, notamment dans le cadre des processus paramétriques. La communication ouverte et régulière avec les participants est cruciale pour comprendre les enjeux spécifiques liés à la conception paramétrique. Un suivi régulier clarifie les objectifs de l'étude et recueille des informations complémentaires.

Dans ce contexte l'analyse des données nécessite le choix d'outils appropriés en fonction des données recueillies et des objectifs de l'étude, ainsi que la mise en place de procédures de contrôle de la qualité pour assurer la cohérence des résultats. La réflexivité des chercheurs est également

cruciale pour améliorer la rigueur et la transparence de l'étude. En résumé, adopter une méthode mixte, effectuer une triangulation des données, mener une observation participative et impliquer plusieurs chercheurs sont des éléments importants pour obtenir des résultats fiables et de qualité. Les approches interdisciplinaires et la collaboration avec différents experts sont essentielles pour faire progresser la recherche.

Enfin, il est recommandé d'explorer l'utilisation de méthodes innovantes<sup>18</sup>, pour analyser et traiter les données de manière plus efficace et précise. Cependant, il convient de veiller à ce que ces méthodes soient adaptées aux objectifs de l'étude et à la nature des données recueillies.

Cet article étudie deux expériences de recherche distinctes basées sur l'observation pour analyser l'activité de conception paramétrique. Il souligne la complémentarité de l'application de l'observation dans les deux contextes, tout en mettant en exergue les défis spécifiques liés à l'étude d'un sujet aussi complexe que la conception paramétrique. Plusieurs aspects de la mise en œuvre de l'observation et de l'analyse des données sont examinés, en insistant sur l'importance d'une approche rigoureuse et approfondie. Cette étude démontre le rôle essentiel de l'observation dans l'analyse des activités de conception et la modélisation des processus. Cependant, elle rappelle que l'observation ne devrait pas être considérée comme l'unique méthode à employer et met en avant l'importance d'une approche multiméthode pour obtenir des résultats plus fiables et solides, spécialement pour l'étude des processus de conception paramétrique.

En conclusion, il est essentiel de souligner l'importance de l'interdisciplinarité dans l'étude de la conception paramétrique. L'intégration de différentes disciplines et domaines de connaissances permet d'aborder les défis complexes propres à ce type de recherche sous divers angles, enrichissant ainsi la compréhension des processus de conception et favorisant des résultats plus solides et innovants. Les chercheurs sont encouragés à adopter une attitude flexible et opportuniste lors de l'étude de l'activité de conception à travers l'observation. En combinant des méthodes d'observation traditionnelles et des approches innovantes, de nouvelles opportunités émergeront pour une compréhension plus nuancée et une modélisation plus précise des processus de conception paramétrique.

## **Bibliographie**

Aish, R., & Woodbury, R. (2005). Multi-level interaction in parametric design. In Proceedings of the 10th International Conference on Computer Aided Architectural Design Research in Asia (pp. 341-349). Chiang Mai, Thailand.

Barekati, E. (2016). BIM-based Parametric Design: The Potential Use of BIM in Parametric Design Process. *International Journal of Architectural Research: ArchNet-IJAR*, 10(3), 148-166.

Bonnemaizon, A., Desjeux, D., Le Goff, J., & Odin, Y. (2015). L'observation des consommateurs : de la transformation des méthodes de travail à l'innovation. *Economica*.

Cahour, B. (2010). Analyser l'expérience émotionnelle pour comprendre les activités de travail : apports et limites. *Le travail humain*, 73(4), 301-328.

Carpo, M. (2017). *The second digital turn: Design beyond intelligence*. MIT Press.

Chien, S.-H., Choo, H. J., Kim, M.-J., & Choi, J.-W. (2015). A framework for performance-based

- design using a non-dominated sorting genetic algorithm for optimization. *Automation in Construction*, 49(Part A), 83-94.
- Ismail, A. S., Ali, K. N., & Iahad, N. A. (2017, July). A Review on BIM-based automated code compliance checking system. In 2017 International Conference on Research and Innovation in Information Systems (ICRIIS) (pp. 1-6). IEEE.
- Kolarevic, B., & Malkawi, A. M. (2005). *Performative architecture: Beyond instrumentality*. Routledge.
- Latour, B., & Woolgar, S. (1979). *Laboratory life: The social construction of scientific facts*. Sage.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press. Ce livre met en avant l'idée que l'apprentissage est un processus social qui se déroule dans un contexte spécifique et qu'il est inextricablement lié à l'interaction entre les individus et leur environnement
- Lee, Y. C., Solihin, W., & Eastman, C. M. (2019). The Mechanism and Challenges of Validating a Building Information Model regarding data exchanges standards. *Automation in Construction*, 100, 118-128.
- Nawari, N. O. (2018). *Building information modeling: Automated code checking and compliance processes*. CRC Press.
- Oxman, R. (2017). Thinking difference : Theories and models of parametric design thinking. *Design Studies*, 52, 4-39.
- Pallasmaa, J. (2009). *The thinking hand: Existential and embodied wisdom in architecture*. John Wiley & Sons.
- Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. Basic Books.
- Song, J., Kim, J., & Lee, J. K. (2019). Converting KBimCode into an Executable Code for the Automated Design Rule Checking System.
- Suwa, M., & Tversky, B. (2001). How do designers think? The cognitive activities that underlie design. In C. Eastman, W. M. McCracken, & W. C. Newstetter (Eds.), *Design knowing and learning: Cognition in design education* (pp. 103-121). Elsevier.
- Theureau, J. (2006). *Le cours d'action : méthode élémentaire pour l'analyse des situations de travail*. @octaedre.
- Vermersch, P. (2011). *L'entretien d'explicitation en formation initiale et continue*. ESF Sciences Humaines.
- Wang, C., & Du, Q. (2020). *Introduction to computational design*. CRC Press.16.
- Yilmaz, S. (2011). An observational study of design practices. In *Human Behavior in Design* (pp. 235-244). Springer.

## Notes

1 Grasshopper : un plug-in pour le logiciel de modélisation explicite Rhinoceros 3D qui permet la création de formes complexes à l'aide de graphes visuels et de paramètres définis par l'utilisateur.

2 La technologie générative est une approche de conception qui utilise des algorithmes informatiques pour générer automatiquement des formes et des structures à partir de règles et de paramètres définis par l'utilisateur. Cette technologie est utilisée dans de nombreux domaines tels que l'architecture, l'ingénierie, la production manufacturière, la simulation et la modélisation de systèmes complexes. Les outils de conception générative comme Grasshopper, Generative Components, Dreamcatcher et AutoCAD Generative Design, permettent aux utilisateurs de créer des solutions de conception efficaces et optimales en explorant rapidement un large éventail de possibilités de conception.

3 Basée sur une enquête en ligne, des entretiens, des questionnaires et des séances de travaux collaboratifs avec des concepteurs maîtrisant les outils de modélisation paramétrique et le langage de programmation.

4 Les profils des apprentis sont des étudiants en fin de cycle et en master niveau 1 et 2 en filière architecture et ingénierie architecturale. Tous les profils ont au moins un niveau de maîtrise intermédiaire par rapport à l'outil paramétrique. Les experts en modélisation paramétrique sont des formateurs en modélisation paramétrique. Le premier est également informaticien de formation, tandis que le deuxième est un ingénieur architecte occupant le poste d'assistant.

5 La méthode "think-aloud" est une technique d'observation en temps réel utilisée pour étudier les processus mentaux et les interactions homme-machine. Les participants verbalisent leurs pensées, actions et intentions lorsqu'ils accomplissent une tâche, permettant ainsi d'analyser leur activité cognitive et d'améliorer l'ergonomie des outils ou produits concernés.

6 Les codes ont été définis a priori, dans une première étape basée sur la littérature existante et une enquête préliminaire combinée à des hypothèses et dans une deuxième étape ils émergent directement des données pendant l'analyse.

7 Plusieurs variables ont été déduites pour la qualification et la compréhension d'une procédure de conception paramétrique, ces aspects traduisent les paramètres à observer et constituent les premières colonnes (items) de la grille d'encodage, il s'agit de : l'objectif de conception ; la posture paramétrique initiale ; le type de procédure ; les outils utilisés (maquette physique/esquisse /modèle ou pattern) ; l'état du résultat, la satisfaction du concepteur ; l'opération paramétrique spécifique, les fonctions paramétriques déployées ; difficultés majeures.

8 L'analyse de contenu est une méthode qualitative permettant d'étudier diverses formes de communication en les structurant en thèmes ou catégories pertinentes. Elle vise à identifier des tendances, des modèles et des relations cachées pour déduire des conclusions et interprétations. Utilisée pour analyser textes, discours et entretiens, elle repose sur un processus systématique de codage, catégorisation et analyse.

9 Une démarche qui s'appuie aussi sur la théorisation ancrée.

10 Common Tools est une application web développée en 2015 par Aurore Defays et Aurélie Jeunejean pour traiter les données qualitatives. Utilisant des algorithmes de traitement de

données, cet outil permet aux utilisateurs de coder et catégoriser des données issues d'entretiens ou d'observations avec un système de codage personnalisé. Il offre aussi la possibilité de créer des liens entre différentes catégories, de visualiser les résultats via des tableaux croisés ou graphiques, et d'extraire des conclusions et tendances à partir des données analysées.

11 L'observation participante est une méthode de recherche qualitative où le chercheur s'immerge dans un groupe ou une communauté pour étudier les interactions, les comportements et les pratiques des individus, tout en conservant une certaine distance analytique pour préserver son objectivité.

12 Expliquées dans la section 3.1.2 Synthèse de la démarche d'observation- corpus d'étude.

13 Exercice de conception d'une maison individuelle d'une surface couverte de 500 m<sup>2</sup>.

14 Exercice court de la durée d'une séance qui porte sur la conception d'un studio pour étudiant d'une surface de 12m<sup>2</sup>.

15 Ou test de Student, un ensemble de tests statistiques paramétriques définis par William Gosset (Student, 1908). Ces tests permettent de comparer les moyennes de deux groupes de l'échantillon pour savoir si les moyennes sont significativement différentes au point de vue statistique. Ce test a été appliqué à travers l'utilisation du logiciel IBM SPSS. Suivant la loi de Student, pour démontrer la différence entre deux groupes en sciences humaines, la valeur de signification doit être inférieure ou égale à 0,05.

16 L'observation s'est déroulée en parallèle avec le cours d'informatique (avec le suivi de la chercheuse qui ne fait pas partie de l'équipe enseignante).

17 Il est crucial d'expliquer clairement les objectifs et les attentes de l'étude aux participants pour qu'ils comprennent l'importance de leur contribution. Cela les implique davantage et encourage leur engagement. De plus, des incitatifs tels que des compensations financières ou des formations gratuites peuvent motiver les participants à s'investir pleinement et partager leurs connaissances en matière de conception paramétrique.

18 Les méthodes innovantes comprennent l'apprentissage automatique (Machine Learning), qui utilise des algorithmes pour apprendre des modèles à partir de données et prendre des décisions sans programmation explicite, et l'analyse de texte (Text Mining), qui emploie des techniques de traitement automatique de la langue pour extraire des informations pertinentes à partir de données textuelles. Ces méthodes permettent d'analyser les données de conception paramétrique et de comprendre les opinions et préoccupations des participants.

2025-07-04 08:55:01

<https://popups.uliege.be/3041-4687/index.php?id=80>