

# Protocole expérimental de récolte des informations de conception architecturale dans les apprentissages par compétence. Vers une approche instrumentée.

Van Holm Thomas  
UMONS, UPHF  
[Thomas.VANHOLM@umons.ac.be](mailto:Thomas.VANHOLM@umons.ac.be)

## Résumé :

Les apprentissages de la conception architecturale sont fréquemment questionnés par rapport à leur méthode pédagogique. Notre recherche propose une assistance à la conception architecturale, d'une part, pour assister les étudiants dans leurs processus de conception et d'autre part, pour équiper les enseignants dans l'évaluation par compétence. Nous nous interrogeons sur comment récolter les traces de l'organisation de l'activité des étudiants en architecture et nous proposons un protocole expérimental de traçabilité des informations basé sur trois variables d'analyse : les activités, les stratégies et les relations.

**Mots-clés.** Modélisation, Conception architecturale, Apprentissage, Compétence, Formalismes visuels.

## 1. Introduction

L'intégration de l'enseignement de l'architecture à l'université en Fédération Wallonie Bruxelles (FWB) a révélé des tensions au sein des apprentissages de la conception architecturale. Traditionnellement implantée dans la formation des architectes, la pédagogie de projet de type beaux-arts (un maître qui corrige le travail de ses élèves), se voit confrontée à des enjeux majeurs.

Premièrement, nous constatons une augmentation du nombre d'étudiants en Faculté d'Architecture en FWB. Or, le nombre d'encadrants pédagogiques n'a pas suivi cette courbe ascendante de manière proportionnelle. Il en résulte une disproportion du nombre d'étudiants pour un enseignant de projet (Fig. 1).

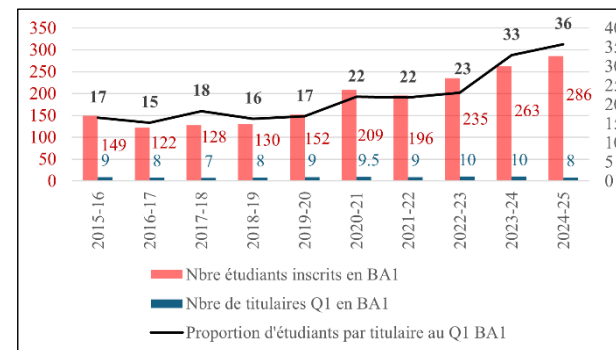


Fig. 1 – Proportion étudiants par enseignant Q1 de B1 (Van Holm, 2026)

Deuxièmement, ce passage à l'université a implanté une approche par compétence au sein des curriculums. Or, nous remarquons que les processus cognitifs d'apprentissages en conception sont peu évalués alors qu'ils sont le cœur même de certaines définitions de la compétence (Coulet, 2011).

Ces deux enjeux principaux permettent d'établir une problématique d'assistance de la conception architecturale (Fig. 2) pour, d'une part, accompagner les étudiants dans leurs processus de conception de manière réflexive (a) et d'autre part, visibiliser ces processus pour alimenter les évaluations dans une approche par compétence (b).

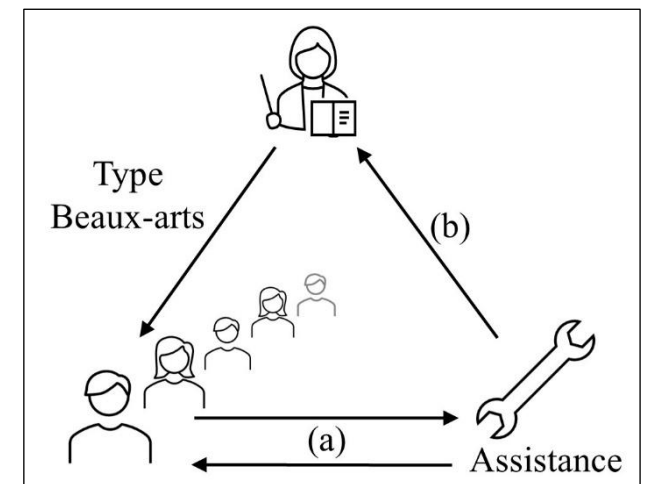


Fig. 2 – Problématique d'assistance de la CA (Van Holm, 2026)

## 2. État de l'art

### 2.1 La conception architecturale

#### 2.1.1 Catégorisation de la conception architecturale

A partir du travail de catégorisation de la conception architecturale de Claeys (2013) et Visser (2006), nous mettons en évidence quatre caractéristiques principales (Fig. 3 - les auteurs principaux de la catégorie sont référencés et les idéogrammes colorés synthétisent le concept).

L'approche SIP considère la conception comme une résolution de problèmes et amorce l'approche par les méthodologies. Le processus de conception est observable et séquentiel mais abstrait et peu connecté au réel.

L'approche SIT envisage la conception comme contextualisée et située. La nécessité de rendre le processus de conception manipulable par d'autres intervenants que le concepteur isolé engendre la démarche réflexive.

La conception est également envisagée comme une construction progressive de la représentation des artefacts. Le processus est alors externalisé et manipulable par les représentations externes.

Le processus, dans la réduction de cette incertitude, est décrit comme cyclique et itératif. L'approche systémique permet finalement d'envisager la conception comme une approche multifactorielle.

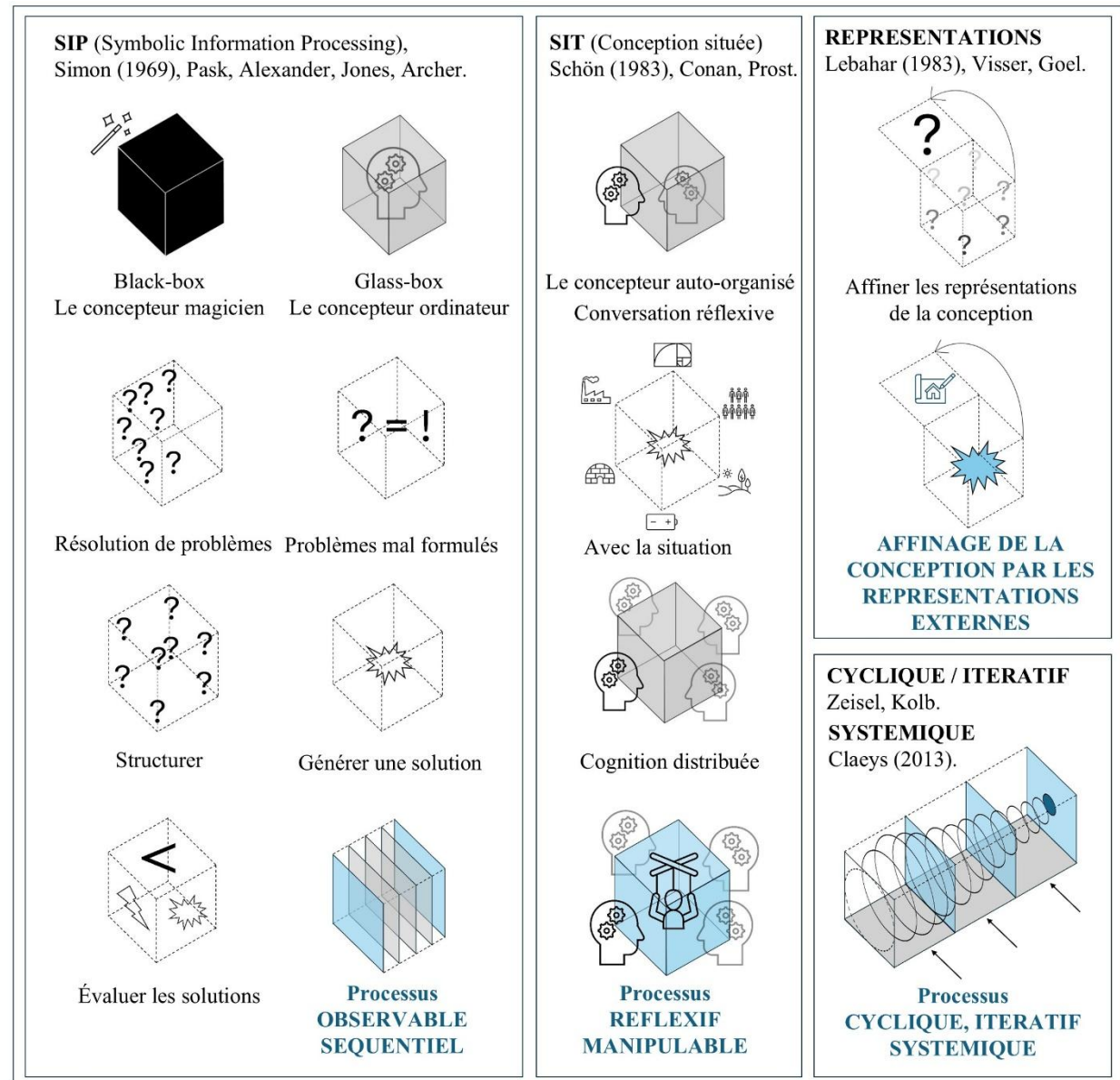


Fig. 3 – Vulgarisation de modèles de conception par idéogrammes (Van Holm, 2026)

### 2.1.2 La chronologie en conception architecturale

Baudoux (2023), sur base des travaux de Safin (2011), scinde et décrit la conception architecturale d'un point de vue chronologique en trois phases distinctes (Fig. 4).

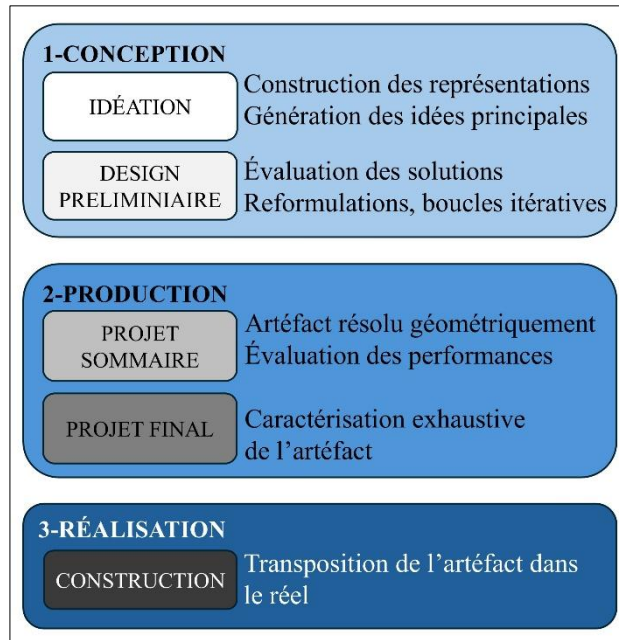


Fig. 4 – Phasage chronologique de la conception architecturale selon Baudoux (2023) et Safin (2011)

### 2.1.3 Le rôle des représentations externes

Safin (2011) a classé le rôle des représentations externes de conception suivant quatre principes (Fig. 5).

Tout d'abord, elles permettent de visualiser l'information véhiculée en conception architecturale (a). Deuxièmement, par délégation d'une partie de l'activité cognitive, elles allègent la charge mentale du sujet (b). Ensuite, elles augmentent les capacités cognitives du concepteur (c). Et finalement, par un processus réflexif, les représentations externes structurent le comportement de l'individu (d).

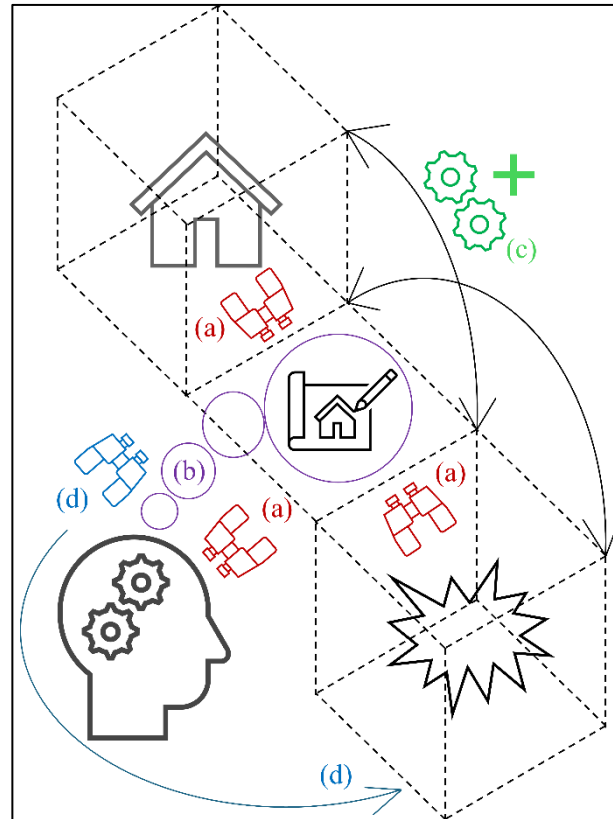


Fig. 5 – Rôle des représentations externes (Van Holm, 2026)

## 2.2 L'apport des théories de l'activité

Pour décrire les processus cognitifs chez le sujet, nous faisons appel aux théories de l'activité.

### 2.2.1 L'activité du sujet

Vygotsky s'attache dans un premier temps à démontrer que le développement d'un individu se fait en lien avec le contexte social et culturel dans lequel il s'insère. Il met également en évidence la médiatisation de l'activité par des artéfacts (Vygotski dans Elsen, 2011). Engelström (1987) parle d'objet médiateur comme outil de médiatisation de l'activité (Fig. 6). Habituellement représentée par une triangulation (objet-sujet-artéfact ou sujet-objet médiateur-objet de l'activité), nous proposons de schématiser cette relation par une expression graphique dynamique.

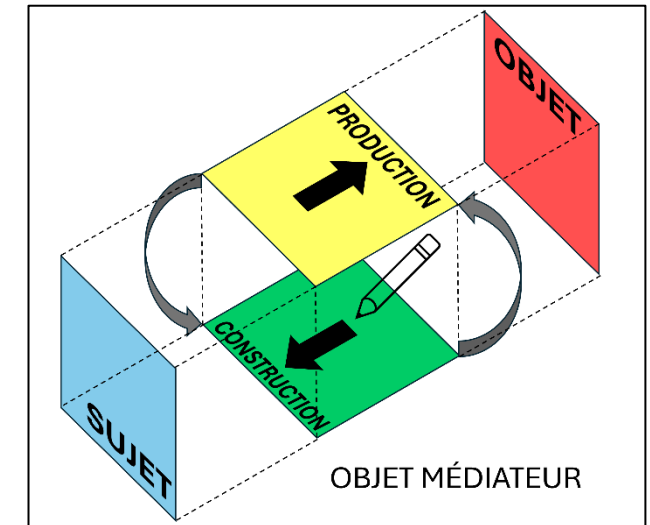


Fig. 6 – Dynamique Sujet-Objet-Artéfact / Objet médiateur (Van Holm, 2026)

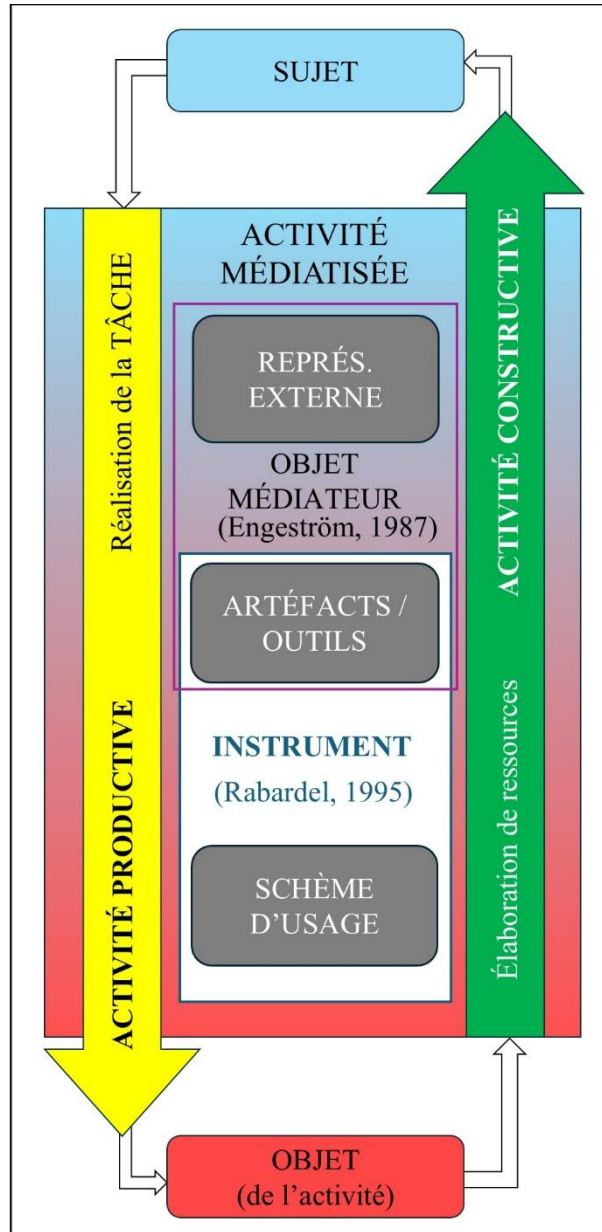


Fig. 7 – Activité médiatisée (Van Holm, 2026)

### 2.2.2 La genèse instrumentale

Rabardel (1995) développe ce lien entre les représentations externes et l'activité du sujet dans la théorie de l'approche instrumentale (Fig. 7). Deux dynamiques sont actives, une productive qui vise la réalisation de la tâche et l'autre constructive qui vise l'élaboration de ressources. Il définit également l'instrument comme une entité mixte composée en partie de l'artéfact et des schèmes d'utilisation qui lui sont associés par le sujet. Cette double activité tient du processus de genèse instrumentale qui s'intègre au sujet dans deux dimensions : l'instrumentalisation qui personnalise l'artéfact par le sujet et l'instrumentation qui vise la mise en place de schèmes par le sujet en fonction de l'artéfact (Folcher et Rabardel, 2004).

L'approche instrumentale met en évidence deux relations de l'activité du sujet. La relation à soi dans laquelle des médiations réflexives sont à l'œuvre et les médiations interpersonnelles qui sont orientées vers les autres.

### 2.2.3 La compétence comme organisation dynamique de l'activité

Coulet, sur base des théories de l'activité, définit la compétence comme l'organisation dynamique de l'activité, mobilisée et régulée par un sujet, pour faire face à une tâche donnée dans une situation déterminée (Coulet, 2011). Cette organisation est qualifiée de dynamique car il se produit une alimentation réciproque des activités productives et constructives dans la réalisation d'une tâche prescrite (Fig. 8). Coulet souligne également l'importance de prendre en compte la situation dans laquelle l'activité est réalisée.

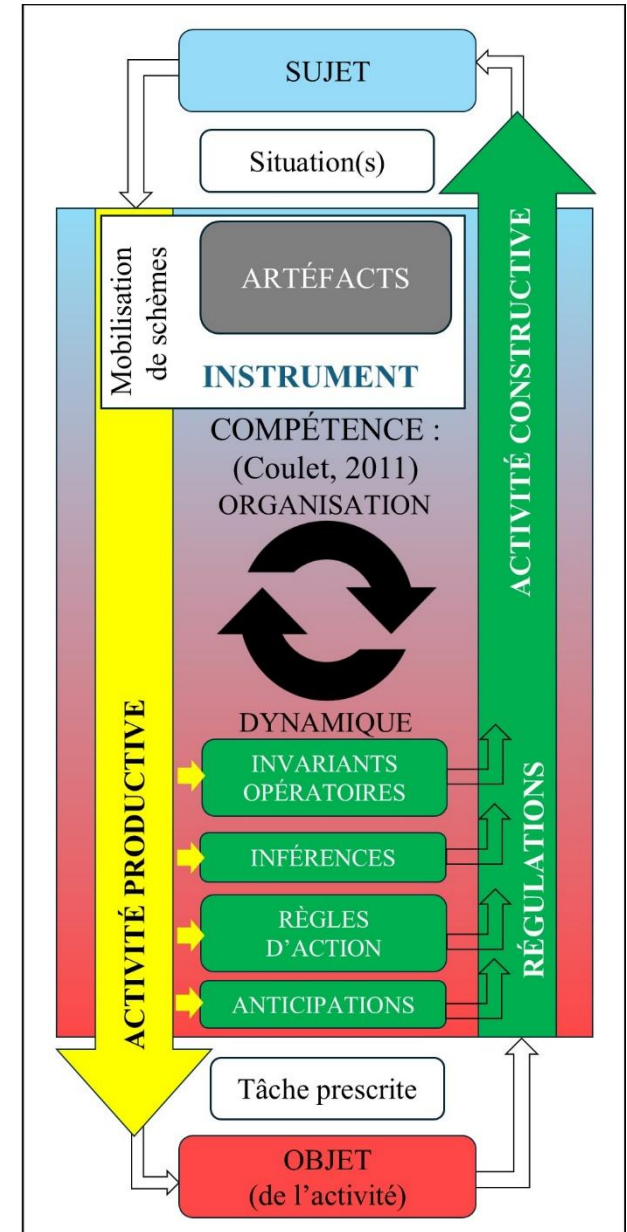


Fig. 8 – Compétence (Van Holm, 2026)

### 3. Question de recherche

#### 3.1 Posture : le praticien, l'enseignant et le chercheur

Nous distinguons trois positions qui ont alimenté notre question de recherche.

Tout d'abord, notre pratique de la conception en tant qu'architecte auteur de projet est marquée par un intérêt pour les premières étapes de conception. La question de comprendre comment l'idée de conception germe et se développe dans un chemin intérieur est une source perpétuelle d'émerveillement.

Ensuite, en tant qu'enseignant de projet en faculté d'architecture, nous constatons que ce chemin intérieur, globalisé autour du concept de « parti », est un moment clé de l'apprentissage. Il reste toutefois opaque auprès des étudiants qui peinent à en donner une définition personnelle et explicite.

Finalement, notre démarche de chercheur permet un éclairage scientifique de notions théoriques qui rejoignent la pratique. Cet axe de développement est l'axe principal de cette recherche.

#### 3.2 Synthèse de la littérature scientifique

Nous tirons de la littérature scientifique plusieurs axes qui structurent notre recherche.

En ce qui concerne la conception architecturale (Fig. 9), nous considérons les processus comme observables et manipulables au travers des représentations externes. Lorsqu'il procède à cette observation, le concepteur engage une conversation réflexive avec la situation de conception. Nous qualifions cette situation de systémique.

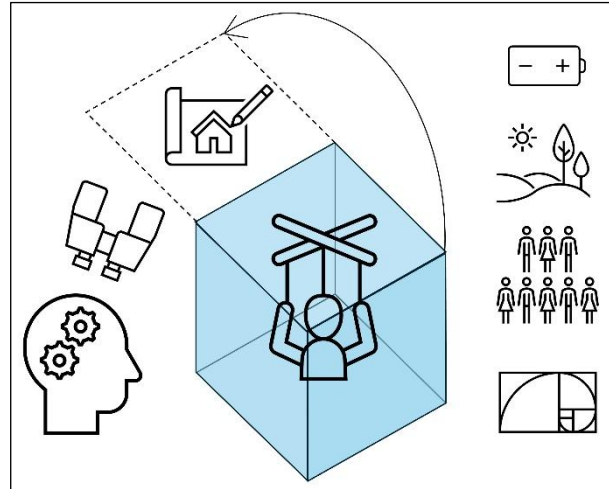


Fig. 9 – Postulat CA (Van Holm, 2026)

D'un point de vue chronologique, nous travaillons en phase de conception (Fig. 10). Notre étude permettra d'augmenter la connaissance scientifique de l'évaluation des apprentissages en conception architecturale (habituellement orientée objet et résultat).

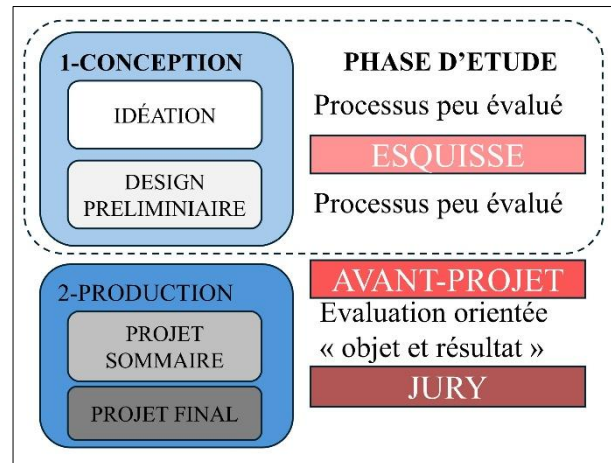


Fig. 10 – Chronologie de l'étude (Van Holm, 2026)

En ce qui concerne les théories de l'activité, nous considérons que le concepteur peut médiatiser son activité au moyen d'un instrument médiateur. Ce faisant, il met en place des relations à soi et aux autres.

Notre cadre conceptuel considère l'organisation dynamique de l'activité du concepteur comme synonyme de la compétence qu'il mobilise lors de la réalisation d'une tâche prescrite dans une situation pédagogique particulière. Ce faisant, il met en place des relations à la tâche et à la situation.

Finalement, nous prenons l'angle d'étude scientifique de chercheurs qui nous ont précédés (Schön, Visser, Chupin) et considérons que les processus de conception architecturale sont analogues aux processus d'apprentissage. Le sujet conçoit et apprend de manière simultanée (Fig. 11).

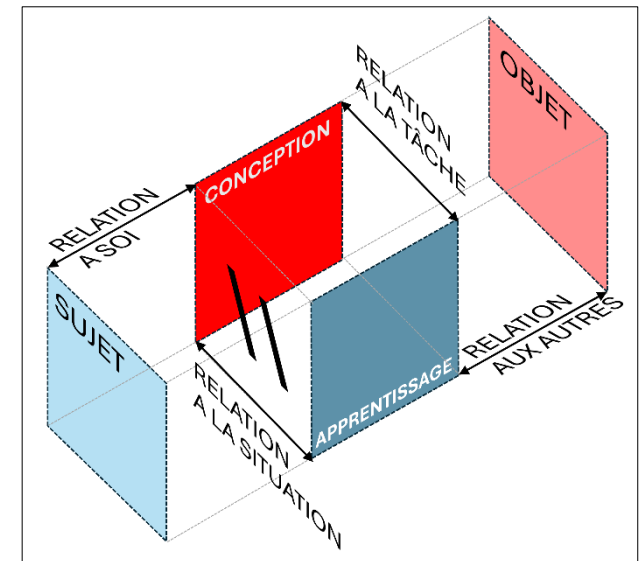


Fig. 11 – Relations et conception // apprentissage analogues (Van Holm, 2026)

### 3.3 Question de recherche

Sur base de ces postulats, nous formulons la question de recherche suivante :

Dans une optique d'assistance à la conception architecturale par un instrument médiateur, comment récolter les traces de l'organisation de l'activité des étudiants du cycle Bachelier en Faculté d'Architecture (Fig. 12) ?

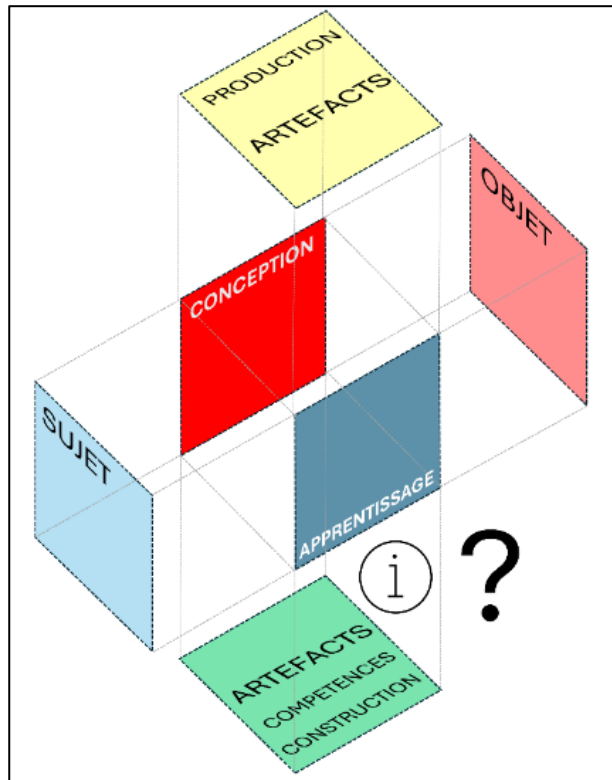


Fig. 12 – Instrument médiateur et question de recherche (Van Holm, 2026)

### 4. Méthodologie

Afin de répondre à cette question de recherche, nous mettons en place une méthodologie constructiviste et abductive (Fig. 13).

Nous formulons deux hypothèses. Les traces de l'activité de conception des étudiants peuvent être récoltées par le traitement des informations générées sur les représentations externes des étudiants. Ces informations peuvent ensuite être caractérisées par trois variables.

Ces hypothèses sont ensuite vérifiées par un protocole expérimental analysé de manière qualitative.

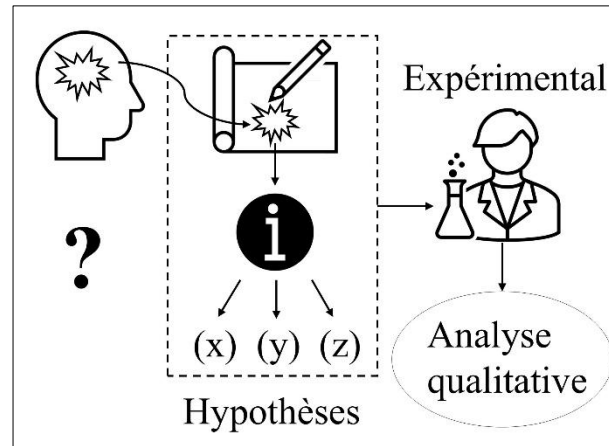


Fig. 13–Schéma méthodologique (Van Holm, 2026)

#### 4.1 Traitement de l'information et objectifs de l'étude

Dans notre modèle d'approche instrumentale, nous distinguons trois transitions de l'information (Fig. 14) :

- la transition représentations internes / externes (en noir dans la Fig. 14). Ces informations sont générées par l'étudiant en contexte d'apprentissage et de conception.

- la transition représentations externes / instrument médiateur (en bleu dans la Fig. 14). Ces informations constituent l'objectif de récolte de données de notre protocole expérimental.

- la transition instrument médiateur / utilisateur (étudiant ou enseignant - en vert dans la Fig. 14). Ces informations constituent l'objectif final de traitement de l'information en vue de répondre à notre problématique d'assistance de la conception architecturale (roues dynamiques jaune et rouge dans la Fig. 14).

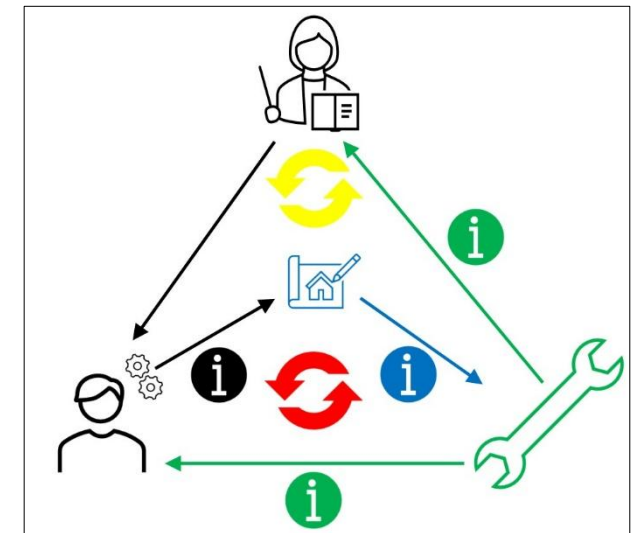


Fig. 14 – Traitement de l'information et objectifs de l'étude (Van Holm, 2026)

## 4.2 Catégorisation de l'information

Notre seconde hypothèse est que les informations peuvent être catégorisées sur base de trois variables : les activités cognitives (Fig. 15), les stratégies de conception (Fig. 16) et les relations (Fig. 17).

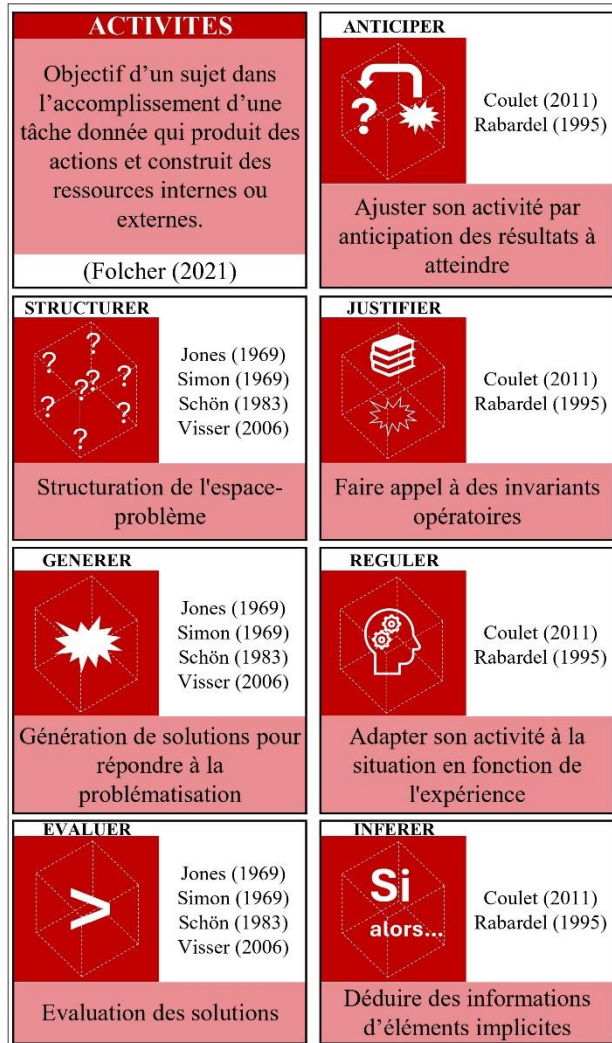


Fig. 15 - Variable "Activités" (Van Holm, 2026)

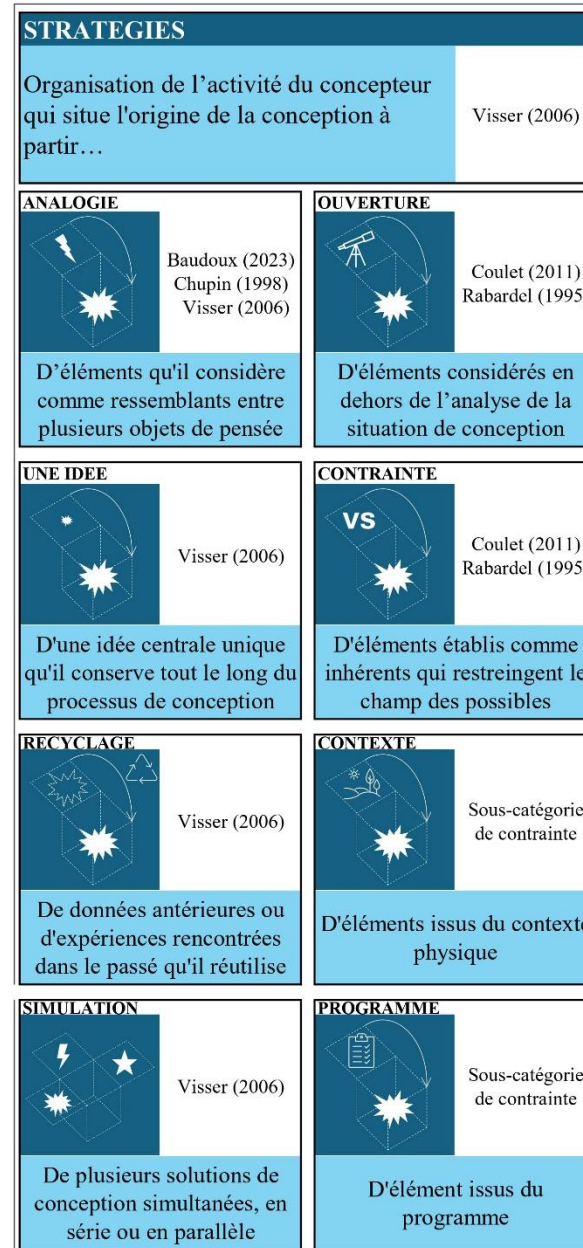


Fig. 16 - Variable "Stratégies" (Van Holm, 2026)

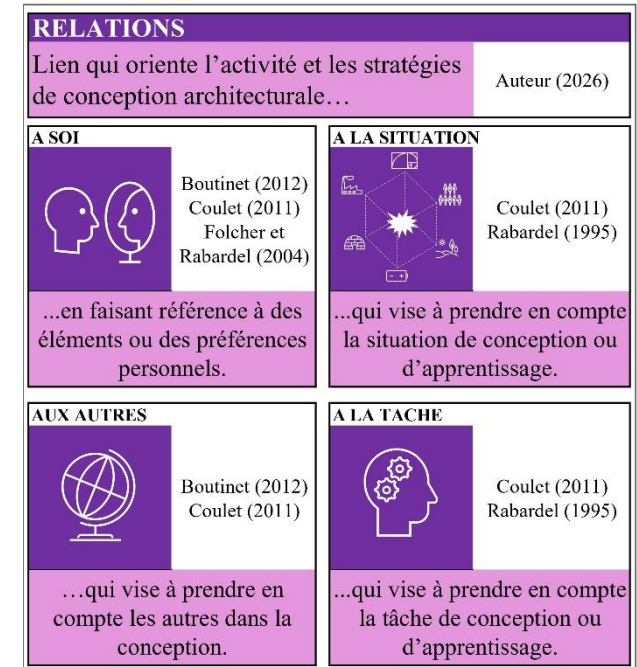


Fig. 17 - Variable "Relations" (Van Holm, 2026)

Cette catégorisation est originale et permet de situer l'utilisateur au cœur de la manipulation du processus de conception par l'approche relationnelle.

## 4.3 Protocole expérimental

Afin de vérifier nos hypothèses, nous mettons en place un protocole de recueil de données basé sur trois expérimentations :

- une observation *in situ* (échantillon A et situation pédagogique 2 – Fig. 18)
- *focus group* 1 et 2 (échantillon B et situation pédagogique 1 – Fig. 19)
- *focus group* 3 (échantillon A et situation pédagogique 2 – Fig. 20)

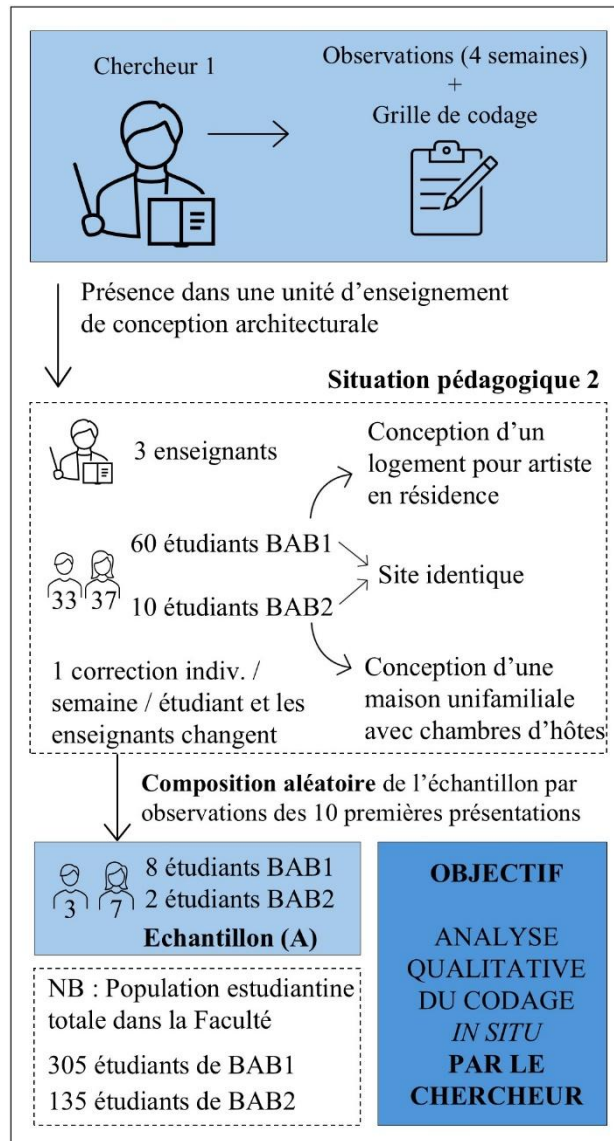


Fig. 18 – Expérimentation observations *in situ* (Van Holm, 2026)

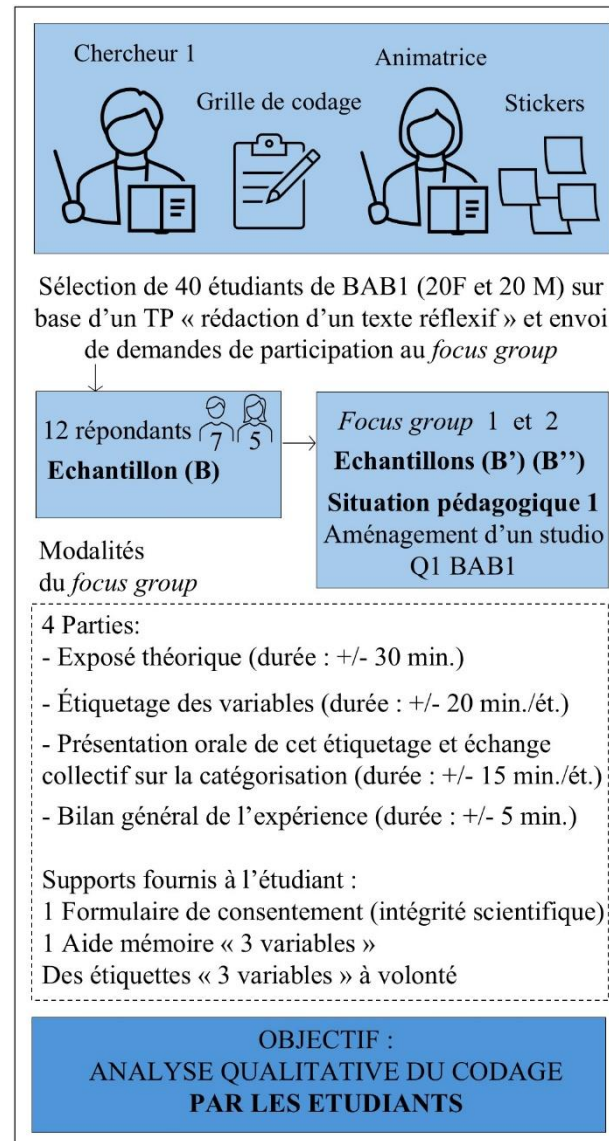


Fig. 19 – Expérimentation *Focus group 1 et 2* (Van Holm, 2026)

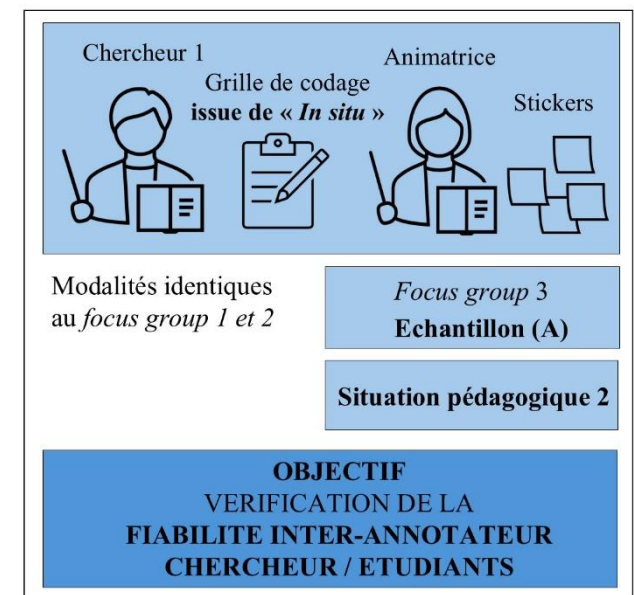


Fig. 20 – Expérimentation *Focus group 3* (Van Holm, 2026)

## 5. Résultats et analyses qualitatives

Au stade actuel de notre recherche, nous proposons des résultats partiels par analyse qualitative. En effet, les observations *in situ* sont encore en cours de réalisation, le *focus group 3* étant planifié pour juin 2026.

### 5.1 Analyse qualitative de l'expérimentation « observations *in situ* »

L'analyse qualitative du codage du processus de conception des étudiants par observations *in situ* met en évidence différents éléments (Fig. 21) :

Code étudiant	13260	32366	28190	65356	74261	22557	19831	41926	92253	19108
Semaine	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Code enseignant	37 47 94 37	94 37 47 94	37 47 / 47	37 47 94 37	47 94 / /	47 94 37 47	47 94 37 47	94 37 47 94	47 94 37 47	37 47 94 37
<b>STRUCTURER</b>	x	x x	x x A	x	x A A	x		x x x	x x	x x x
<b>GENERER</b>	x x x x	x x x x	x A x	x x x x	x x A A	x x x x	x x x x	x x x	x x x	x x x x
<b>EVALUER</b>	x x	x x	x A x	x x	x x A A	x x x x	x x x x	x x x x	x x x x	x x x
<b>ANTICIPER</b>	x x		A	x x	x A A	x x x	x	x x x x	x x	x x x x
<b>JUSTIFIER</b>	x x		A x	x x x	x A A	x x	x x	x x x x	x	x x
<b>INFERER</b>			A	x x	x A A	x x x	x	x x x	x x	x
<b>REGULER</b>			x			x		x	x	
<b>ANALOGIE</b>	x x	x x x	x x A x		x x A A	x x	x x	x x x	x x x x	
<b>UNE IDEE</b>	x x x x	x x x x	x x A x	x x x	x x A A	x x x x	x x x x	x x x x	x x x	x x x
<b>SIMULATION</b>	x	x	x A x	x x	x x A A	x x	x x x	x x x x	x x x x	x x
<b>RECYCLAGE</b>			A	x x	x A A	x x	x x			
<b>CONTRAINTES</b>		x	A	x x x x	x x A A	x x x	x x	x x x x	x x	x
<b>CONTEXTE</b>	x x x x	x x x x	x x A x	x x x x	x x A A	x x x	x x x x	x x x x	x x x x	x x x
<b>PROGRAMME</b>	x x x x	x x x	x x A	x x x	x A A	x x x	x x x x	x x x	x x x x	x x x
<b>OUVERTURE</b>	x x	x	A		A A	x		x x x	x x	x
<b>A SOI</b>	x		A	x	x A A	x x x	x x x	x x x x	x x x	x
<b>AUX AUTRES</b>	x x		A x		A A			x x x	x x	
<b>LA SITUATION</b>		x	A x	x x	A A	x		x x x x	x	x x
<b>A LA TACHE</b>	x x		A x	x x	A A	x x x	x x	x x x x	x x x	x x x

Fig. 21 - Tableau de résultats de l'expérience "Observations *in situ*" (Van Holm, 2026)

### 5.1.2 A valoriser

- le codage *in situ* est réalisable en situation d'observation par le chercheur ;
- la grille de codage permet de couvrir un large spectre du processus de conception des étudiants ;
- le codage permet une visualisation du processus de conception de l'étudiant suivant plusieurs grilles de lecture : chronologique, intra-individuelle (e.g. étudiant 22557) et inter-individuelle (e.g. étudiant 32366 VS étudiant 41926).

### 5.1.3 A développer

- catégorisation en « parallèle » : possibilité de coder plusieurs items en même temps (e.g. Stratégie « contexte » et Relation « à la situation ») ;
- catégorisation en « série » : possibilité de coder des Activités, Stratégies et Relations à la chaîne (e.g. l'Activité « évaluation » peut être réalisée sur base d'une Stratégie « contrainte » ou de « simulation » et d'une Relation « A soi »).

### 5.1.4 A améliorer

- l'Activité « Générer » est trop généraliste (toujours encodée) – A compléter par une entrée « Moyens de conception » CF. Baudoux & Leclercq, 2023 ?
- certaines Stratégies sont trop généralistes (« Une idée » « contexte » sont toujours encodées) ;
- difficulté de relever les variables « Relations ».

## 5.2 Analyse qualitative de l'expérimentation « focus group 1 et 2 »

L'analyse a été réalisée sur base des données encodées lors des *focus group* 1 et 2 (Fig. 22) et par la réponse à une enquête qualitative (4 répondants : étudiants 41926, 59156, 71892 et 81372 – Fig. 23).

Code étudiant	90464	34018	85215	36449	75240	41926	81372	59156	19108	38784	61940	71892	Justification étudiant (71892)
<b>STRUCTURER</b>	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	Analyse du contexte et du programme en fonction des corrections.
<b>GENERER</b>	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	Placé sur toutes les esquisses.
<b>EVALUER</b>	x	x		x	x	x	x	x	x			x	Ajustements après les corrections.
<b>ANTICIPER</b>	x	x	x		x	x			x	x		x	Suite au calcul de l'escalier pour dimensionner la mezzanine.
<b>JUSTIFIER</b>	x	x		x	x			x				x	Formule de calcul de l'escalier / focus théorique sur les ombres.
<b>INFERER</b>	x			x	x	x	x						Pas bien compris l'item.
<b>REGULER</b>	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	J'ai trouvé que certaines choses fonctionnaient mieux que d'autres.
<b>ANALOGIE</b>			x	x	x	x	x		x	x	x	x	Utilisé la référence pour un élément fort du projet (lecture du plan).
<b>UNE IDEE</b>	x	x		x	x	x		x	x	x	x	x	Mon parti est en lien avec la référence. J'ai gardé une idée que j'ai améliorée.
<b>SIMULATION</b>		x	x		x	x		x					
<b>RECYCLAGE</b>				x		x							Pas utilisé, car il s'agissait de notre premier projet.
<b>CONTRAINTE</b>	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	Les contraintes sont issues du contexte (voir contexte).
<b>CONTEXTE</b>	x		x	x	x	x			x			x	J'ai placé les baies et les vues en fonction du contexte.
<b>PROGRAMME</b>	x	x	x		x	x			x			x	J'ai listé les contraintes et les éléments à prendre en compte au début du projet.
<b>OUVERTURE</b>				x	x	x		x					
<b>A SOI</b>	x	x			x	x	x	x		x	x	x	Dans ma référence, j'ai pris des choses qui me plaisaient (matérialité, ...).
<b>AUX AUTRES</b>	x	x	x		x	x	x	x	x				
<b>LA SITUATION</b>			x		x								Pas bien compris l'item.
<b>A LA TACHE</b>	x	x		x	x	x		x	x			x	Pas bien compris l'item, mais placé sur les esquisses.

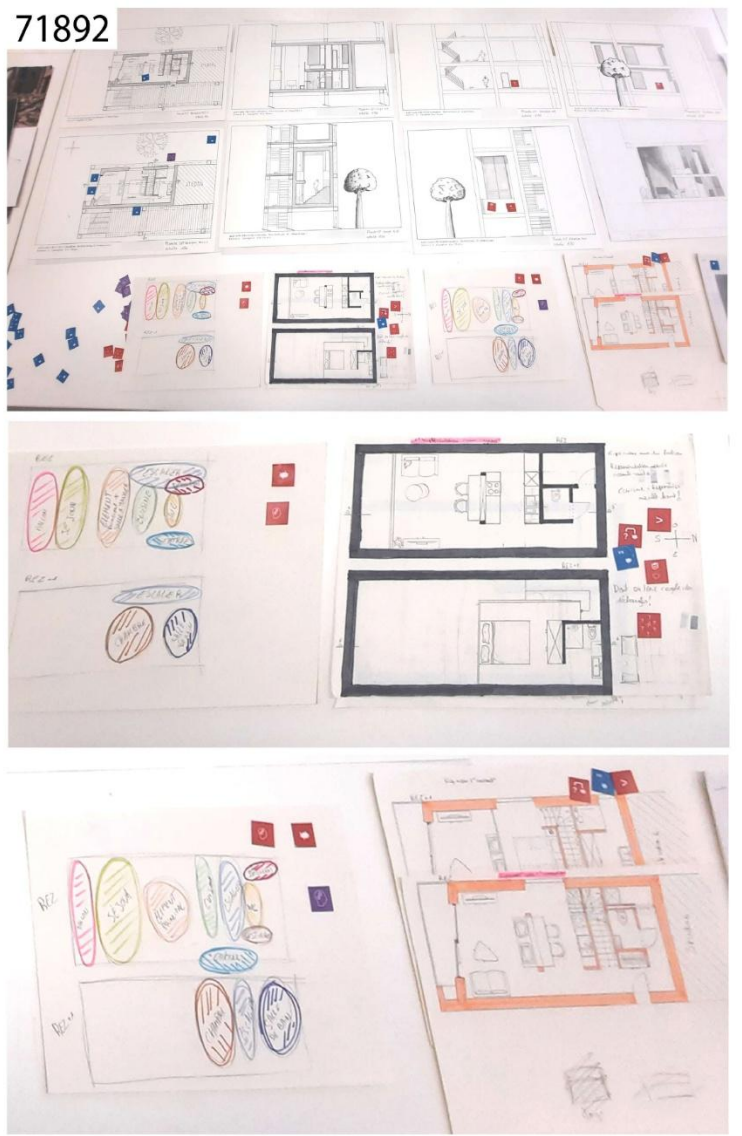


Fig. 22 - Résultats de l'expérience *focus group* 1 et 2 - exemple plus détaillé avec l'étudiant 71892 (Van Holm, 2026)



Fig. 23 – Analyse qualitative des focus group 1 et 2 (Van Holm, 2026)

### 5.2.1 A valoriser

- la procédure d'étiquetage est réalisable sur les représentations externes par les étudiants ;
- l'objectif de la recherche semble clair et intéresse les étudiants dans leur démarche réflexive de conception ;
- les idéogrammes des Activités et des Relations sont suffisamment explicites.

### 5.2.2 A développer

- l'utilisation d'exemples doit être mieux balisée (quels exemples ? quand les fournir ?) ;
- la chronologie du processus doit être garantie par la conservation des documents (quel archivage ?) ;
- l'étiquetage pourrait être réalisé par petit groupe afin que l'échange puisse alimenter la compréhension des catégories et être un peu plus long.

### 5.2.3 A améliorer

- les idéogrammes des stratégies se ressemblent trop et doivent être améliorés pour une meilleure compréhension et une distinction plus efficace ;
- certains items doivent être mieux définis afin d'améliorer la compréhension des 3 variables (i.e. réguler, inférer, ouverture, contrainte, contexte, programme, ouverture, à la situation).

## 5. Conclusions

Tout d'abord, nous pouvons établir une modélisation théorique d'un instrument médiateur accompagné de divers formalismes visuels.

Ensuite, l'analyse qualitative des expérimentations permet de confirmer les hypothèses. Le processus de conception architecturale est observable au travers des informations présentes sur les représentations

externes des étudiants et les trois variables couvrent un spectre large de conception architecturale. En discussion, nous soulignons le caractère partiel des résultats (expérimentations en cours de planification pour la validation inter-annotateur) et la taille des échantillons qui ne nous permettent pas de généraliser nos conclusions.

Finalement, nous notons les développements à réaliser sur notre protocole expérimental (catégorisation en série et/ou en parallèle, archivage des représentations externes pour un balisage chronologique) et les améliorations de la catégorisation proprement dite (affinage des définitions, améliorations des idéogrammes « Stratégies », utilisation des exemples). Ces points d'attention feront l'objet d'une prochaine mise à jour du protocole qui sera implémenté dans une campagne d'expérimentations planifiée à la rentrée académique 2026-2027 sur des échantillons plus larges (nombre) et plus variés (profil d'étudiants). Il est également planifié que les enseignants (en tant qu'utilisateur de l'instrument médiateur) soient invités à participer à la recherche dans le cadre des ateliers de conception architecturale.

Cette perspective nous permet d'alimenter notre objectif final de recherche qui vise le développement d'un instrument médiateur. Notre démarche est donc quelque peu singulière par rapport aux travaux qui nous précèdent, car partant d'une approche instrumentale, nous plaçons les utilisateurs (étudiants et enseignants) au cœur de l'élaboration de leurs propres instruments.

## 6. Bibliographie

Baudoux, G. (2023). *Articulation des phases d'idéation en conception architecturale à l'instrumentation numérique de l'information bâtiment - Etude des conversations réflexives multi-instrumentées*. Thèse de doctorat, Université de Liège, Belgique.

Baudoux, G. et Leclercq, P. (2023). *Analyse d'activités de conception intégrée : une méthode de traçabilité de l'information et de la visualisation de son évolution*, ModACT.

Boutinet, J.-P. (2012). *Anthropologie du projet*. Paris: Presses Universitaires de France.

Chupin, J.-P. (1998). *Le projet analogue : les phases analogiques du projet d'architecture en situation pédagogique (thèse)*. Montréal: Université de Montréal.

Claeys, D. (2013). *Architecture et complexité : un modèle systémique du processus de (co)conception qui vise l'architecture (Thèse)*. Louvain-La-Neuve: UCL-LOCI.

Coulet, J.-C. (2011). *La notion de compétence : un modèle pour décrire, évaluer et développer les compétences*. Le travail humain. 74(1), 1-30.

Engeström, Y. (1987). *Learning by expanding: an activity theoretical approach to developmental research*. Orienta Konsultit Oy, Helsinki.

Elsen, C. (2011). *La médiation par les objets en design industriel, perspectives pour l'ingénierie de conception*. Thèse de doctorat, Université de Liège, Belgique.

Folcher, V. (2021). *Artefact et activité*. Sous la direction d'É. Brangier et G. Valléry Dans *Ergonomie* : 150 notions clés (p. 115-118). Dunod.

Folcher, V. et Rabardel, P. (2004). 15. *Hommes, artefacts, activités : perspective instrumentale*. Dans P. Falzon *Ergonomie* (p. 251-268). Presses Universitaires de France.

Jones, J. C. (1969). *The State-of-the-Art in Design Methods*. Broadbent G. & Ward A. (dir.). *Design Methods in Architecture*. London: AA papers, pp.193-197.

Lebahar, J.-C. (1983). *Le dessin d'architecte : simulation graphique et réduction d'incertitude*. Marseille, Parenthèses, 134p.

Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies : approche cognitive des instruments contemporains*. Armand Colin.

Safin, S. (2011). *Processus d'externalisation graphique dans les activités cognitives complexes : le cas de l'esquisse numérique en conception architecturale individuelle et collective*. Thèse de doctorat, Université de Liège, Belgique.

Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner : how professionals think in action*. New York. Basic Books.

Simon, H. A., (1969). *Les sciences de l'artificiel*. Trad. Le Moigne J.-L. [The Sciences of the Artificial. Cambridge: MIT Press]. Paris : Gallimard (coll. : Folio/essais), éd.2004.

Visser, W. (2006). *The cognitive artifacts of designing*. Mahwah, NJ:Lawrence Erlbaum Associates.