
Pratiques d'écriture collaborative en conception architecturale

Caractérisation de l'information-projet en regard de l'usage des médias.

Ano Nyme^{*,**} — Ano Nyme^{*} — Ano Nyme^{**}

** Laboratoire 1*

Adresse

*** Labo 2*

Adresse

adresse@mail.fr ; adresse@mail.fr ; adresse@mail.fr

RÉSUMÉ. Les processus de conception et les pratiques collaboratives sont actuellement transformés. Ces transformations remontent aujourd'hui en amont du processus de conception et impactent les activités d'écriture collaborative du projet et de déploiement des idées. Notre recherche trace les informations issues du travail collaboratif, analyse leur évolution au travers des transformations graphiques successives et caractérise les médias les supportant, dans le but d'aider la réception collective de l'information ainsi que l'organisation des connaissances entre les différents acteurs. Nous mettons en place à cet effet une expérimentation capturant un processus de conception intégrée de 13 semaines en 110 heures d'échanges et d'analyse des informations. Cette modélisation du processus de conception médiatisée nous permet d'observer des évolutions de qualité des informations au travers des niveaux d'abstraction adoptés et des usages des médias.

ABSTRACT. The design processes and collaborative practices change. Those changes nowadays go far upstream of the design process and have impact on the collaborative writing and ideas deployment. Our research trace the information resulting from collaborative work, analyse its evolution through successive graphic transformations and characterize the media supporting it, with the purpose of helping the collective reception of information as well as knowledge organization. To this aim, we set up an experiment analysing a 13 weeks integrated design process through 110 hours of information exchanges and analyses. This modeling of the mediated design process, our observations reveal, among other things, very rapid fluctuations and inconsistencies in the level of abstraction, concretization of successive information, recurrent or deviated uses of media.

MOTS-CLÉS : conception collaborative, processus cognitif, informations, médias et hypermédias, transformation graphique.

KEYWORDS: collaborative design, cognitive process, informations, medias et hypermedias, graphic transformation.

1. Introduction

L'exigence performancielle actuelle des projets d'architecture pousse les multiples acteurs (architectes, ingénieurs, constructeurs, ...) à articuler au mieux leurs tâches respectives. En réponse à ce besoin, une transformation des processus de conception s'opère et de nouvelles pratiques collaboratives, telles que le processus BIM, sont mises en oeuvre. Le BIM, pour Building Information Modeling, est une méthode de travail collaboratif instrumentée consistant en la réalisation conjointe d'une maquette numérique du bâtiment, regroupant toutes les informations nécessaires aux différents acteurs. Initialement destiné aux phases de réalisation, le BIM remonte aujourd'hui en amont du processus de conception et impacte la phase d'idéation, moment d'écriture collaborative du projet et de déploiement des idées.

L'objectif global de notre recherche est d'articuler les phases d'idéation à la dynamique numérique contemporaine. Ainsi, nous cherchons à suivre, récolter et articuler les informations issues du travail collaboratif dans le but d'assister la réception collective de l'information et l'organisation des connaissances du groupe et de chacun de ses membres. Pour cela, nous étudions les processus cognitifs ainsi que les médias et hypermédias utilisés en conception architecturale collaborative.

2. Etat de l'art

2.1. Activités de conception

Nous considérerons ici la conception comme la caractérisation d'un artefact, c'est-à-dire un objet conceptuel, communicable et transformable, défini par des attributs, pour répondre à des spécifications de départ comme des fonctions à remplir (*e.g.* programme architectural), des buts (*e.g.* respect d'un budget) ou des besoins à satisfaire (*e.g.* réduction de la facture énergétique) (Visser, 2009; Lebahar, 1998). En architecture, le problème initial est souvent mal défini et les variables y sont nombreuses et interdépendantes (Borillo & Goulette, 2002; Darses *et al.*, 2001).

La conception est depuis longtemps théorisée sous forme de modèles, plus ou moins représentatifs de la complexité des activités des concepteurs. Nous abordons brièvement ici deux modèles, celui de Goel et celui de Visser. Goel (1995) considère la conception comme un affinement progressif : le processus de conception est une suite de transformations horizontales (sauts entre des idées différentes) et verticales (approfondissement d'une idée existante). Visser (2006) considère la conception comme une construction de représentations : le processus de conception est une suite de constructions et de modifications des représentations mentales et graphiques de l'artefact. L'auteur précise par ailleurs les transformations horizontales et verticales de Goel en les subdivisant en 6 catégories : **dupliquer** (répliquer ou reformuler un dessin), **ajouter** (ajouter des informations en modifiant de manière limitée la représentation), **détailler** (retravailler différentes parties de manière plus détaillée),

concrétiser (reprendre une représentation de manière plus concrète), **modifier** (remplacer sans détailler ni concrétiser), et **substituer** (remplacer par une représentation alternative sans détailler ni concrétiser).

Cette classification se base sur deux dimensions de transformation : le degré de modification de la représentation graphique de l'objet et le degré d'ajout d'informations caractérisant cet artefact.

Ainsi, nous pouvons considérer que la conception, afin de produire les représentations graphiques caractérisant l'artefact, fait intervenir une succession d'acteurs et de ressources (Prost, 1995). L'activité de conception est donc une activité cognitive à la fois interne, au travers de l'élaboration des représentations mentales de l'artefact, mais aussi externe, lors de la génération des artefacts (croquis, plans, maquettes, ...) (Safin, 2011).

2.2. Représentations externes

Les représentations externes sont définies comme l'« ensemble des possibilités de figuration de l'information » (Safin, 2011, p. 35). Leurs buts principaux sont d'exprimer les états intermédiaires de l'artefact, d'évaluer les solutions proposées et de supporter la communication (Darses *et al.*, 2004).

2.3. Médias et hypermédias en architecture

Pour étudier les médias en architecture et donc la médiation par l'outil, commençons par aborder la « théorie de l'activité » qui considère l'activité comme un ensemble de relations entre trois pôles : le sujet, l'objet de son activité et l'objet médiateur de cette activité (Engeström, 1987). En conception architecturale, cet **objet médiateur** peut être un objet (crayon, ordinateur, logiciel, ...) ou une représentation (dessin, modèle numérique, ...). Il a un rôle de médiation entre le concepteur et lui-même ou les autres (Elsen, 2011). Le terme d'objet médiateur étend donc la notion d'artefact pour englober les représentations externes (Elsen *et al.*, 2010). Dans le contexte numérique actuel, cet objet médiateur prend le nom de **média**.

Parallèlement à cela, dans le domaine des relations homme-machine et de l'usage des médias, Rabardel (2000) élabore la théorie de l'« approche instrumentale ». Il y développe la notion d'**instrument** : un instrument est un artefact auquel l'acteur a appliqué un schème d'usage.

Notons qu'actuellement, l'utilisation de logiciels de modélisation est de plus en plus présente dans le processus de conception. Pour intégrer cette dimension numérique, nous nous inspirons de Calixte et employons le terme d'**outil** pour désigner un artefact ou un ensemble d'artefacts, physiques ou numériques, utilisé pour réaliser une action et associé de codes propres à l'activité (Calixte *et al.*, 2019).

4 Nom de l'ouvrage

L'auteur ajoute également à l'approche instrumentale la notion de ressources. Les ressources sont définies comme les éléments de l'environnement de travail utilisables par l'acteur pour mener sa tâche. Elles peuvent être matérielles (outils à disposition), collectives (méthodes de travail de l'équipe) ou individuelles (compétences du concepteur, aptitude à tirer parti des ressources matérielles et collectives) (Calixte *et al.*, 2019). Le terme **Moyen** remplace alors celui d'**instrument** pour désigner l'ensemble des ressources associées au schème d'usage pour réaliser une action (Figure 1).

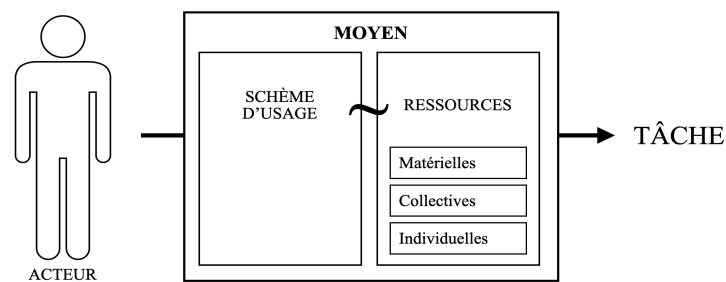


Figure 1. *Notion de Moyen, Calixte et al., 2019.*

3. Problématique

Face aux enjeux d'assistance de la conception énoncés plus haut, nous posons la question de recherche suivante : Comment évolue l'information tout au long du processus de conception collaborative ? Au moyen de quels médias est-elle générée et communiquée ? Ces médias sont-ils employés à des moments préférentiels du processus ? Afin de répondre à ces questions, notre étude consiste à tracer les informations véhiculées par les médias et hypermédias au cours d'un processus de conception, à analyser leur évolution au travers des transformations graphiques du projet et à caractériser les usages de ces médias en conception architecturale.

4. Recueil de données

4.1. Cadre d'étude

Notre terrain d'étude consiste à observer, pendant 13 semaines, un processus de conception intégrée, consistant en la réalisation d'un avant-projet de complexe musical de 7000m², incluant une grande diversité de fonctions architecturales (salles de concert, restaurant de production, ...). Les 20 sujets, concepteurs experts du master Ingénieur Architecte (établissement XXX), sont répartis en 6 équipes de 3 à 4

acteurs. Cette organisation correspond à une situation en agence d'architecture. Elle permet en outre de générer des interactions de conception collective tout en constituant des groupes relativement compacts pour assurer l'efficacité du processus. Précisons que le choix des médias de conception et de communication est laissé libre. Par ailleurs, le processus est organisé en trois phases : une première orientée architecture (concept, forme, organisation des espaces, ...), une seconde orientée technique (résolution des problèmes techniques, conception de la structure, caractérisation des matériaux, ...) et une troisième pour intégrer le tout.

4.2. Protocole expérimental

Nous observons, de manière non-participante, chacun des 6 processus à travers les revues de projet. Nous avons ainsi recueilli et analysé environ 110 heures d'échanges et d'évaluation des informations, au travers de 102 réunions de revues de projet menées sur 3 mois. L'observation de ces réunions permet de capturer les différentes informations-projets énoncées dans les interventions verbales et, pour chacune, de caractériser le moyen de conception employé, le type de représentation externe utilisée et le type d'évolution que prend le projet au travers de cette nouvelle information. Les moyens, représentations externes et évolutions du projet sont catégorisés selon la classification de Anonyme (2019) et Visser (2006). La collecte de ces données a lieu au moyen d'une grille d'observation (figure 2) remplie en temps réel par nous-même. Nous étiquetons également, selon la méthode de Lejeune (2019), le type d'information énoncée au moyen d'un mot-clef. Une classification des typologies d'information émerge ainsi du terrain au fur et à mesure des observations.

Groupe : ACTEURS 2 N° semaine : 11

INFORMATION	TYPE D'INFO	MOYEN DE CONCEPTION							REPR SUPPORT					TYPE TRANSFO PROJET					NUM DOC				
		ref	dess	dess num	DAO 2D	DAO 3D	maqu	para	prot	ref	mot	ann	croq	plan	pers	3D	dup	ajou		dét	conc	mod	sub
1. SCHEMA STRUCTUREL	STRUCTURE				X					X										X			5
2. FACADE VITRÉE + HALL OPAQUE	FACADE				X							X								NOUVEAU			5
3. DETAIL TECHN. DES PARCS DU HALL	SOLUTION TECHNIQUE				X							X						X					6
4. PANNEAUX EN FIBRO-CIMENT	MATERIAUX	X							X											X			7
5. FACADE HALL FACETTÉE AVEC DES TRIANTS	FACADE	X							X											NOUVEAU			8
6. TOLE PERFORÉE SUR PEAU HALL POUR PROTECTION SOLAIRE	SOLUTION TECHNIQUE	X							X									X					9
7. TERRASSE VEGETALE SUR TOIT PETITE SOLLE	REPARTITION FONCTIONNELLE				X							X					X						10
8. 4 ^{es} POUTRES DU TOIT SUR 2 MURS PORTEURS (TRANCHER DALLE)	STRUCTURE				X							X					X						10
9. ENPLACEMENTS PNR	REGENERATION				X					X								X					11
10. DETAIL DE PARCS TOITURE TERRASSE	SOLUTION TECHNIQUE				X							X								X			12
11. ALTERNANCE VERRE ET POLYCARBONATE POUR FACADES	FACADE					X							X							X			13

Figure 2. Extrait de grille d'observation d'une réunion de revue de projet (Acteurs 2).

5. Résultats

5.1. Modélisation du processus de conception médiatisée

Grâce à nos observations, nous pouvons reconstituer, sur l'entièreté du processus, l'enchaînement d'usages des médias dans la génération et la communication des informations du projet (figure 3). Tout au long des 13 semaines (séquences en abscisse), nous codons, pour chaque équipe d'acteurs (A1 à A6), chaque information successive énoncée, au moyen d'un quadruplet de données reprenant le type d'information, de moyen, de représentation et de transformation (colonne de quatre pastilles colorées). Un dégradé de teintes permet de représenter le niveau d'abstraction (Rasmussen *et al.*, 1994) de chaque type. Plus la pastille est claire, plus ce type est d'ordre général; plus elle est foncée, plus le type est de l'ordre du détail.

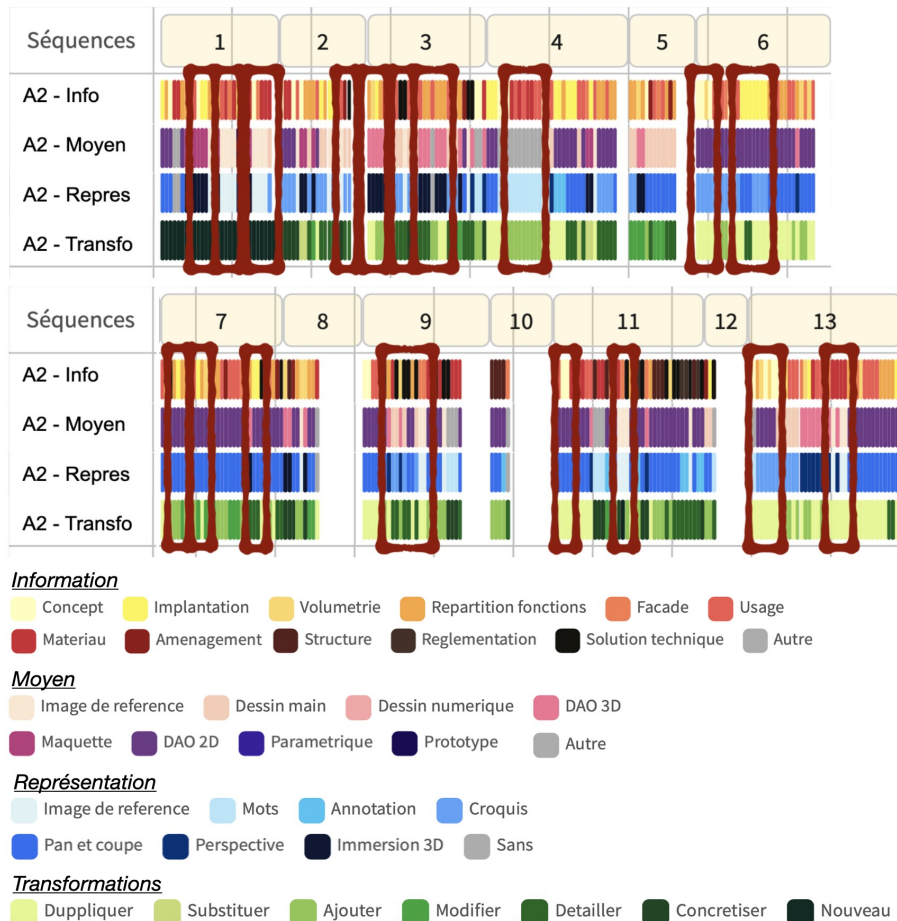


Figure 3. Caractérisation du processus de conception médiatisée de l'équipe A2.

5.2. Variation des niveaux d'abstraction

Lorsqu'on étudie l'évolution des niveaux d'abstraction de l'information échangée, nous constatons des décalages entre les niveaux d'abstraction des informations transmises (ligne "Info") et celui des médias utilisés (lignes "Moyen" et "Repres"). Ces décalages sont mis en évidence par les encarts rouges à la figure 3. Ils surviennent sur 46% des quadruplets, toute équipe confondue, et sont observables sur presque l'entièreté du processus avec un usage d'autant plus marqué sur les séquences 8 à 12 (figure 4). En effet, dans cette phase de conception orientée technique, les concepteurs abordent des éléments plus détaillés du projet qu'avant (structure, ...), tout en continuant à utiliser les médias d'ordre général propres à la conception orientée architecture (croquis à la main, ...). Il y a donc décalage des niveaux d'abstraction.

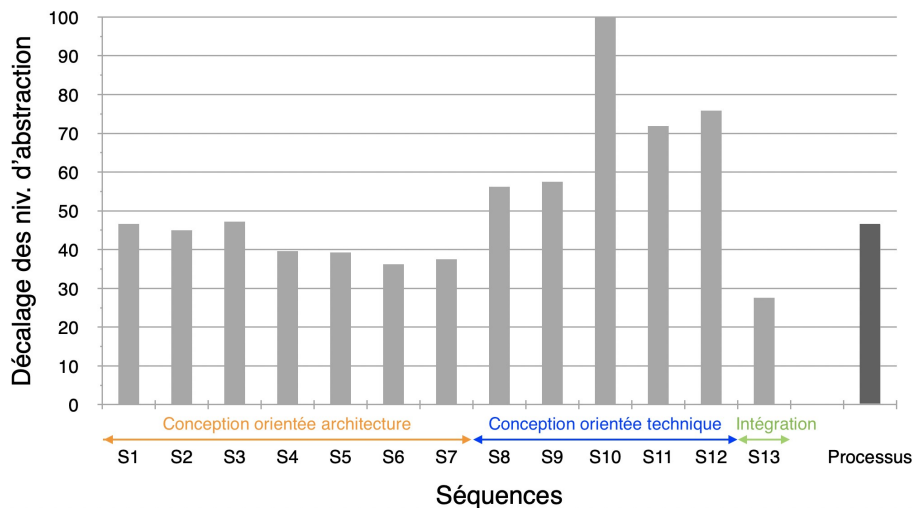


Figure 4. Pourcentage d'occurrence des décalages de niveau d'abstraction sur chaque séquence et en moyenne sur l'ensemble du processus.

Pour illustrer nos propos, prenons un exemple sur la figure 3 : en milieu de séquence 11, l'équipe 2 emploie des médias de type « image de référence », soit de l'ordre du concept général et caractérisant peu le bâtiment lui-même, pour générer et transmettre des informations détaillées et précises de type « matériaux » ou encore « solution technique ». En retournant dans la grille d'observation (figure 2), nous pouvons voir qu'en effet, des images de référence d'autres bâtiments existants sont utilisées par les concepteurs pour déterminer le revêtement de façade (ligne 4), pour concrétiser techniquement le facetage de la façade (ligne 5), et pour solutionner le problème de surchauffe par une seconde peau en tôle perforée (ligne 6).

A l'inverse, dans d'autres séquences, nous pouvons observer l'usage de croquis réalisés en DAO 2D (média de l'ordre du détail) pour transmettre des informations liées au concept architectural général du bâtiment ou à sa volumétrie (début de séquence 6), ou encore l'usage de plans et coupes réalisés au moyen d'outils de DAO 2D pour traduire les ambiances sensorielles à l'intérieur du bâtiment (début de séquence 11).

Par ailleurs, nous constatons également des fluctuations dans les niveaux d'abstraction au sein même des types d'informations successivement concrétisées et transmises. En effet, la figure 3 (ligne « Info ») montre que des pastilles de couleur identiques ou proches (niveaux d'abstraction similaires) se succèdent peu de fois, et ce quelle que soit la séquence du processus. Seulement 13,88% des informations successives sont de même type, tout équipe confondue. Le processus de conception s'avère donc opportuniste comme l'affirment plusieurs auteurs (Darses *et al.*, 2004; Falzon, 2005; Bonnardel, 2009).

5.3. Usages des médias

Notre expérimentation permet également d'étudier l'usage des différents médias, au travers des moyens de conception et des représentations externes produites. Pour cela, nous croisons les typologies d'informations transmises entre concepteurs, d'une part, avec les moyens utilisés pour les produire et d'autre part, avec les représentations graphiques sur lesquelles elles apparaissent. L'occurrence de chacun de ces croisements est calculée pour l'ensemble des 6 équipes et sur l'entièreté du processus (figure 5).

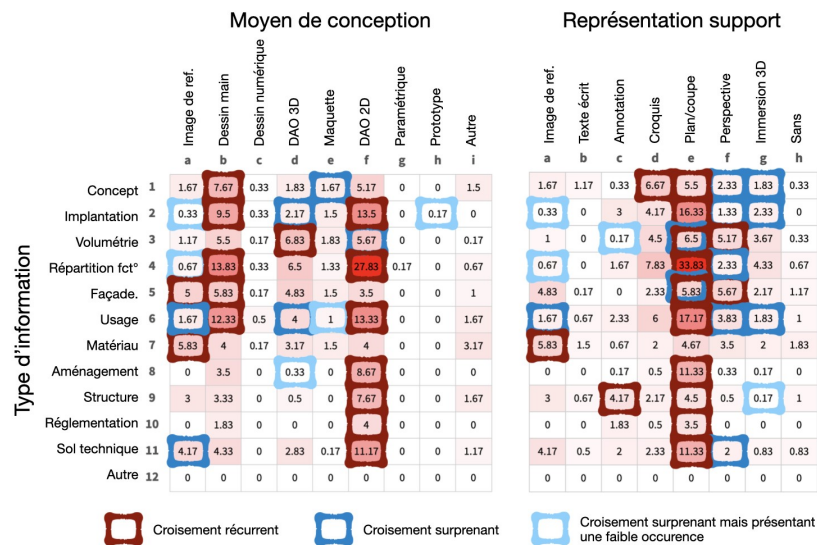


Figure 5. Croisement d'usage des médias et occurrence sur l'entièreté du processus.

Nous surlignons par un encart rouge les médias préférentiellement utilisés par les concepteurs pour chaque type d'information. Citons les principaux tels que les concepts principalement générés et transmis au moyen de croquis et plans dessinés à la main; les informations volumétriques apparaissant dans des perspectives extraites de modèles 3D numériques; les façades conçues au travers de plans et de perspectives esquissées à la main ou au travers d'images de référence; ou encore les informations liées à l'aménagement, aux réglementations ou aux solutions techniques apparaissant dans des plans réalisés par DAO 2D. Ces résultats sont tout à fait cohérents avec ceux de différents travaux de recherches menées sur l'usage des médias en conception architecturale (Borillo & Goulette, 2002; Bilda, 2003; Zacklad *et al.*, 2006; Self, 2009; Elsen, 2011; Safin, 2011).

Au-delà, nous voyons également apparaître des usages inattendus (encarts bleus, figure 5). Ils sont qualifiés d'inattendus car ils diffèrent des usages de médias décrits par la littérature et des usages habituels répandus chez les concepteurs. Certains présentent une faible occurrence (encart bleu clair) et ne sont donc pas étudiés ici.

En analysant l'apparition de ces usages inattendus au court des 13 séquences, nous pouvons mettre en évidence les moments d'apparition de ces usages surprenants (figure 6). Notons que nous ne considérons dans notre analyse que les moments d'usage présentant une occurrence suffisante. Pour plus de lisibilité, ceux-ci sont indiqués en gras.

Légende :

Apparition puis abandon	Apparition puis ré-emplois	Usage réitéré
-------------------------	----------------------------	---------------

			Séquences												
[Info]	x	[Repres]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
[Concept]	x	[Perspective]	1.17	0.17	0	0	0	0.17	0.17	0	0.17	0	0	0.17	0.33
[Concept]	x	[Immersion 3D]	0.5	0.67	0.33	0	0	0.17	0.17	0	0	0	0	0	0
[Implantation]	x	[Perspective]	0.33	0	0	0.5	0	0	0.17	0	0	0	0	0	0.33
[Implantation]	x	[Immersion 3D]	0.83	0.33	0.5	0.5	0	0	0.17	0	0	0	0	0	0
[Volumétrie]	x	[Plan/coupe]	0	0.33	0.33	0.5	0.33	1.33	0.83	0.33	0.33	0	0.67	0.17	1.33
[Répartition fct*]	x	[Perspective]	0	0.17	0	0.17	0.67	0.67	0.33	0.17	0.17	0	0	0	0
[Façade]	x	[Plan/coupe]	0.33	0.17	0.17	0.33	0.83	1.5	1	0.17	0.17	0	0.17	0	1
[Usage]	x	[Image de réf.]	0.33	0.67	0	0.5	0	0	0.17	0	0	0	0	0	0
[Usage]	x	[Perspective]	0.5	0	0.17	0.67	0.5	0.67	0.33	0	0	0	0.17	0	0.83
[Usage]	x	[Immersion 3D]	0.33	0.67	0.5	0.17	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[Sol technique]	x	[Perspective]	0.17	0	0.17	0.17	0.17	0	0.17	0.17	0.33	0	0.17	0.17	0.33

[Info]	x	[Moyen]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
[Concept]	x	[Maquette]	0.5	0.5	0.33	0	0	0.17	0.17	0	0	0	0	0	0
[Implantation]	x	[DAO 3D]	0.33	0.33	0.5	0.5	0	0.17	0	0	0	0	0	0	0.33
[Volumétrie]	x	[DAO 2D]	0	0	0.17	0.5	0.33	0.83	0.67	0.17	0.5	0	0.5	0.17	1.83
[Usage]	x	[Image de réf.]	0.33	0.67	0	0.5	0	0	0.17	0	0	0	0	0	0
[Usage]	x	[DAO 3D]	0.5	0.67	0.17	0.5	0.5	0.5	0.17	0	0	0	0.17	0	0.67
[Sol technique]	x	[Image de réf.]	0.17	0	0.5	0	0	0	0	0.17	0.5	1.17	1.5	0.17	0

Figure 6. Occurrences d'usages surprenants des médias sur chaque séquence.

Certains usages sont observables à un moment du processus pour être ensuite abandonnés (encarts oranges) comme la génération de concepts au moyen d'une maquette ou la description des usages du bâtiment sur base d'images de référence. D'autres usages sont réitérés tout au long du processus (encarts verts), par exemple la spécification de caractéristiques volumétriques sur des plans et coupes réalisés avec des outils de DAO 2D. Finalement, certains usages sont présents à un moment limité donné de la conception puis sont re-employés en fin de processus (encart mauves), comme la caractérisation d'éléments de façades sur des plans ou coupes.

6. Discussion

Les principaux usages de médias mis en évidence lors de nos observations s'avèrent cohérents avec les différents travaux de recherche analogues (voir respectivement sections 5.3 et 5.2). Cela confirme la pertinence du cadre expérimental choisi et de la méthode de modélisation du processus.

Notre expérience apporte aussi des résultats nouveaux quant aux usages des médias, en particulier quant à leurs détournements et quant à leur sélection en regard des tâches à mener.

6.1. Détournement des médias

Nos résultats ont mis en évidence de nombreux décalages, tout au long du processus, entre les niveaux d'abstraction des informations transmises et ceux des médias supportant ces informations. Ces décalages témoignent du fait que les usages initialement prévus pour un média ne sont pas ceux réellement mis en place. En effet, si le niveau d'abstraction d'un média, comprenons par là le niveau d'abstraction des informations censées être supportées par ce média, est différent du niveau d'abstraction de l'information réellement véhiculée par ce média, alors le

type d'information prévu diffère du type d'information effectivement transmis. Ces décalages mettent en évidence de nombreux détournements des médias par les concepteurs (e.g. l'utilisation de perspectives pour expliciter la répartition des fonctions dans le bâtiment). Les usages inattendus découverts lors de notre analyse (voir section 5.3) confirment cette interprétation.

Par ailleurs, certains de ces usages inattendus sont réitérés tout au long du processus. Nous pouvons en déduire qu'ils sont pertinents. Il serait alors opportun de les prendre en compte, à l'avenir, dans la caractérisation des activités de conception. C'est le cas ici pour trois usages inattendus : les informations liées aux usages supportées par des perspectives issues de modèles 3D, les aspects de volumétrie transmis au travers des plans de DAO 2D et les solutions techniques tirées d'images de référence.

Au contraire, d'autres usages de médias n'apparaissent que sur quelques séquences. Ces médias peuvent n'être appropriés que pour certaines phases du processus et n'apparaissent donc pas en dehors, ou ils peuvent ne pas se révéler pertinents et sont abandonnés après essai. Deux usages inattendus observés correspondent à cette première interprétation : des concepts architecturaux générés au moyen de maquettes ou de perspectives esquissées, ainsi que des implantations caractérisées dans des modèles 3D. Ils présentent un contraste entre des informations floues et éphémères et des médias nécessitant une caractérisation concrète de l'objet et un certain temps de réalisation. Il est en effet logique que ces usages n'apparaissent qu'en début de processus car ces éléments sont rapidement validés. En outre, deux usages inattendus observés semblent corroborer la deuxième interprétation : les informations liées aux usages transmises par le biais d'images de référence ainsi que les répartitions fonctionnelles apparues sous forme de perspective à la fin de la phase de conception orientée architecture. En effet, ces types d'informations, contrairement aux deux précédents, sont conçues tout au long du processus. L'abandon observé semble donc plutôt justifié par un manque de pertinence.

6.2. Choix intentionnel des médias

Nous avons également observé, dans nos résultats, des fluctuations rapides de médias à certains moments du processus, ces moments étant variables entre les équipes. A titre d'exemple, une équipe mobilise successivement esquisse, modèle 3D, plan DAO, image de référence, croquis, seconde image de référence et perspective sur 15 minutes de réunion. Ces fluctuations et allers-retours entre les différents médias utilisés confirment qu'il existe bien une réelle différence de pertinence et d'efficacité entre ces médias en regard des tâches exécutées. Ces fluctuations témoignent d'un choix intentionnel du média utilisé. Ainsi, dès que le concepteur ne semble plus satisfait du média utilisé, il change de média. Nous constatons en effet qu'aucun média n'est « multi-usage », c'est-à-dire employé de

manière continue tout au long du processus quelle que soit l'information à générer ou à transmettre.

7. Conclusion

La modélisation des informations générées et transmises par les médias, opérée dans le cadre d'un processus de conception intégrée collaborative d'un bâtiment d'envergure sur une durée de 13 semaines, nous a permis d'analyser l'évolution de ces informations-projets au travers de leurs transformations graphiques et de caractériser l'usage des médias de conception architecturale. Notre étude met en évidence :

- de nombreux décalages entre les niveaux d'abstraction des informations caractérisant le projet et ceux des médias supportant ces informations, témoignant d'usages détournés des médias par les concepteurs (détournements confirmés par l'apparition d'usages inattendus jugés pertinents et perdurés) ;

- des fluctuations rapides du niveau d'abstraction au sein des informations successivement abordées, ainsi que des schèmes d'usage récurrents de certains médias corroborant les modèles considérant la conception comme « opportuniste » (Darses *et al.*, 2004; Falzon, 2005; Bonnardel, 2009) ainsi que plusieurs recherches sur l'usage des médias en conception architecturale ;

- et des changements rapides et répétés de média, témoignant d'un choix intentionnel et spécifique d'usage de la part du concepteur.

La première limite de cette étude est que la méthode d'observation de ce processus long au travers des revues de projets constitue un ensemble d'instantanés du processus et ne donne pas accès au détail des activités collaboratives de conception. Ensuite, la structure de l'atelier pédagogique fixe des thématiques pour certaines revues de projets. Le processus de conception est donc orienté tantôt sur l'architecture, tantôt sur la technique, tantôt sur l'intégration finale des multiples contraintes.

Pour continuer notre recherche, nous pourrions, d'une part, approfondir les détournements des médias et d'autre part, vérifier les décalages observés au moyen d'analyses approfondies d'épisodes ciblés de conception.

Merci à Eric Le Coguiec pour ses remarques avisées et son aide dans la construction de cette recherche. Nous remercions également les 22 concepteurs ayant participé à notre étude.

8. Bibliographie

- Bilda, Z., & Demirkan, H., An insight on designers' sketching activities in traditional versus digital media. *Design Studies*, 24(1), 27–50, 2003.
- Bonnardel, N., Activités de conception et créativité: de l'analyse des facteurs cognitifs à l'assistance aux activités de conception créatives. *Le travail humain*, 2009, 72(1), 5-22.
- Borillo, M., Goulette, J.P., *Cognition et création : Explorations cognitives des processus de conception*. Sprimont : Mardaga, 2002.
- Calixte, X., Baudoux, G., Ben Rajeb, S., & Leclercq, P., Analyse des activités complexes de conception médiatisée. *Proceedings of the 15th International Conference H2PTM'19: De l'hypertexte aux humanités numériques*. ISTE Group, 2019, Montbéliard, France.
- Darses, F., Détienne, F., & Visser, W., *Assister la conception: perspectives pour la psychologie cognitive ergonomique*. Paper presented at the ÉPIQUE, 2001, Actes des journées d'étude en psychologie ergonomique.
- Darses, F., Détienne, F. & Visser, W. 33. Les activités de conception et leur assistance. Dans : Pierre Falzon éd., *Ergonomie* (pp. 545-563). Paris cedex 14, France: PUF, 2004.
- Elsen, C., *La médiation par les objets en design industriel, perspectives pour l'ingénierie de conception*. PhD Thesis, University of Liège, Belgium, 2011.
- Elsen, C., Darses, F. & Leclercq, P., Evolution des pratiques de conception: une approche ergonomique compréhensive des objets médiateurs. *ERGO-IA '10*, Biarritz, France, 2010.
- Engeström, Y., Learning by expanding: an activity theoretical approach to developmental research. Orienta Konsultit Oy, Helsinki, 1987.
- Falzon, P., Ergonomie, conception et développement. In : *Conférence introductive, 40ème Congrès de la SELF*. 2005.
- Goel, V., *Sketches of Thought*. Cambridge: Bradford MIT Press, 1995.
- Lebahar, J.-C., Les objets de la conception : de la permanence du complexe polysensoriel à l'artefact cognitif. *Journal of Design, Sciences and Technology*, 6, 9-24, 1998.
- Lejeune, C., Manuel d'analyse qualitative. De Boeck Supérieur, 2019.
- Prost, R., *Concevoir, inventer, créer : Réflexions sur les pratiques*. Paris : L'Harmattan, 1995.
- Rabardel P., Beguin P., « Concevoir pour les activités instrumentées », *Revue d'Intelligence Artificielle*, vol.14, 2000, p. 35-54.
- Rasmussen, J. , Pejtersen, A. M. & Goodstein, L. P., *Cognitive systems engineering*. John Wiley and Sons, 1994.
- Safin, S., *Processus d'externalisation graphique dans les activités cognitives complexes :le cas de l'esquisse numérique en conception architecturale individuelle et collective*. PhD Thesis, University of Liège, Belgium, 2011.
- Self, J., Dalke, H., & Evans, M., Industrial Design Tools and Design Practice: An approach for understanding relationships between design tools and practice. *IASDR09 Design Rigor and Relevance*, 2009.
- Visser, W., *The cognitive artifacts of designing*. Mahwha, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2006.
- Visser, W., La conception: de la résolution de problèmes à la construction de représentations. *Le travail humain*, 72(1), 61-78, 2009.
- Zacklad M., et al., Processus d'annotation dans les documents pour l'action : textualité et médiation de la coopération, In: R. T. Pédaque (Ed.), *La redocumentarisation du monde*, Toulouse : Cepaduès, 2006.