

Travail de Fin d'Etudes : Analyse des échanges entre acteurs autour de la maquette BIM lors de réunions de coordination

Auteur : Jaccard, Solène

Promoteur(s) : Leclercq, Pierre

Faculté : Faculté des Sciences appliquées

Diplôme : Master en ingénieur civil architecte, à finalité spécialisée en ingénierie architecturale et urbaine

Année académique : 2019-2020

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/9092>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

UNIVERSITÉ DE LIÈGE

Faculté des Sciences
Appliquées

Année académique 2019-2020



Promoteur :

Pierre LECLERCQ

Jury :

Pierre LECLERCQ
Anabelle RAHHAL
Guillaume GRONIER

Président du jury :

Pierre LECLERCQ

**ANALYSE DES ECHANGES ENTRE ACTEURS
AUTOUR DE LA MAQUETTE BIM LORS DE
REUNIONS DE COORDINATION**

Travail de fin d'études réalisé en vue de l'obtention
du grade de master Ingénieur Civil-Architecte par

Solène JACCARD

Résumé

Ce travail a pour objectif l'analyse de la contribution de la maquette BIM lors des échanges entre acteurs dans le contexte de la réunion de coordination. Il s'inscrit dans le contexte de recherche actuel qui vise à développer de nouveaux outils numériques pour faire face aux enjeux collaboratifs des projets et pour répondre aux besoins de la multiplicité d'acteurs du domaine de la construction.

L'étude s'intéresse plus précisément à l'analyse des échanges verbaux et aux interactions des partenaires de projet dans un contexte de conception architecturale. L'usage d'objets intermédiaires « *collectifs* » tels que la maquette numérique permet aux acteurs d'outiller la recherche de compromis et la prise de décisions lors de réunion de coordination.

En pratique, la méthodologie développée repose sur deux observations in situ, filmées et analysées sur supports vidéo ainsi que des enquêtes par questionnaires. Le travail se base sur le déroulement des réunions de coordination réalisées dans le cadre pédagogique du cours de Studio Digital Collaboratif sur un projet BIM à l'université de Liège. Deux d'entre elles sont ensuite traitées par le biais de grille d'encodage visant à catégoriser les échanges verbaux et à repérer les interactions avec les objets intermédiaires collectifs. Les acteurs de projets se sont réunis dans deux contextes différents : en présentiel et à distance.

Les résultats obtenus mettent en valeur différents facteurs influençant la contribution de la maquette numérique lors de réunions de coordination. D'une part, les usages des objets intermédiaires collectifs dépendent de la dynamique de discussion et d'autre part, ils sont impactés par le rôle des acteurs en fonction de leurs missions et de leurs connaissances respectives du projet.

Remerciements

Je tiens à remercier en premier lieu, le professeur Pierre LECLERCQ, promoteur de mon travail de fin d'études pour son suivi régulier, ses nombreux conseils avisés et sa patience à répondre à mes innombrables questions tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Je souhaite ensuite remercier Anabelle RAHHAL, doctorante à l'université de Liège, pour son aide dans la récolte des données, sa disponibilité et le partage de ses connaissances notamment sur les outils méthodologiques indispensables à la conduite de ce travail.

J'adresse également de sincère remerciement à Guillaume GRONIER, docteur en psychologie ergonomique, pour ces précieux conseils et le temps accordé afin d'éclairer mes réflexions, ainsi que sa participation en tant que membre du jury.

Je remercie Aurélie JEUNJEAN, chercheuse au LUCID, pour sa connaissance technique des dispositifs, sa disponibilité et sa participation aux tests préalables à la mise en place des expériences.

Je tiens à remercier sincèrement les 18 étudiants et les encadrants ayant suivi/animé le cours de Studio Digital Collaboratif dans le contexte très particulier de cette année 2020, pour leur collaboration et leur participation aux expériences et aux questionnaires sans lesquels je n'aurais pu réaliser la récolte de données.

Je tiens à témoigner toute ma reconnaissance à mes parents, mon conjoint et mes amis, pour leur aide constante et leur soutien moral et intellectuel qui clôture à mes côtés ces 7 années d'études supérieures ...

Sommaire

Chapitre 1 : Introduction	1
Chapitre 2 : Etat de l'art	3
2.1 L'activité collective en « conception »	3
2.1.1. Définition de l'activité collective	3
2.1.2. Les modalités de conception collective	4
2.2. Les 3C en conception	7
2.2.1. Genèse du concept des 3C	7
2.2.2. Evolution de la conception	8
2.3. L'approche du BIM	11
2.4. La communication en conception architecturale	13
2.4.1. La communication support de l'activité collective	13
2.4.2. Les modalités de communication en conception architecturale	14
2.4.3. Analyse des modalités de communication en conception architecturale	17
2.5. Les objets intermédiaires collectifs	28
2.5.1. Concept des objets intermédiaires	28
2.5.2. Exemples d'objets intermédiaires en conception	33
2.6. Synthèse de l'état de l'art	36
Chapitre 3 : Problématique et questions de recherche	38
Chapitre 4 : Méthodologie	40
Synthèse de la méthodologie générale	40
4.1. Phase 1 : Cadre expérimental	41
4.1.1. Cadre expérimental	41
4.1.2. Retours d'expériences et observations	44
4.1.3. Expérience 0 : Visualisation de SDC 2018-2019	45
4.1.4. Définitions des besoins expérimentaux	46
4.2. Phase 2 : Récolte de données	47
4.2.1. Création de protocole	48
4.2.2. Mise en place des protocoles	53
4.3. Phase 3 : Traitements des données	56
4.3.1. Pré-codage avec la grille de prise de notes : sélection des réunions	56
4.3.2. Création et retranscription dans la grille d'encodage	58
Chapitre 5 : Résultats	68
5.1. Synthèse du contexte d'étude	69
5.2. Analyse d'un axe d'étude	69
5.3. Analyse de deux axes d'études combinés	74
5.4. Analyse des trois axes d'études combinés	77
Chapitre 6 : Discussions	87
6.1. Discussions autour de l'état de l'art	88
6.2. Discussions autour des questions de recherche	91

6.2.1. Liens entre les types d'échanges observés en réunions et la prise de décisions	91
6.2.2. Liens entre les objets intermédiaires collectifs et les rôles des acteurs en réunions	95
6.2.3. Liens entre les verbalisations et les objets intermédiaires collectifs employés par les acteurs en réunions	98
6.2.4. Synthèse des sous-questions de recherche et réponse à la question générale	100
6.3. Limites	101
6.4. Perspectives	103

Chapitre 7 : Conclusion	104
-------------------------	-----

Bibliographie

Tables des illustrations

Tables des annexes

INTRODUCTION

Etat de l'art

Problématique & Questions de recherche

Méthodologie

Résultats

Discussions

Conclusion

Références

Chapitre 1 : Introduction

Le secteur de la construction cherche à s'adapter aux nombreux enjeux contemporains. Comme l'industrie automobile ou encore le domaine de l'aéronautique avant lui, il évolue vers la digitalisation des outils de travail dès la phase de conception pour faire face à ces enjeux. Depuis les années 1960, les architectes sont témoins de l'informatisation de la conception qui, aujourd'hui, constitue un enjeu incontournable de la production et de la représentation des projets (Celnik & Lebègue, 2015, p.97). En effet, Boujut soulignait déjà dans les années 2000, le fait que « *l'activité collective en conception impose de plus en plus le recours à des instruments de partage sans quoi elle ne pourrait exister* ».

Néanmoins, les outils développés jusqu'alors, tels que la Conception Assistée par Ordinateur, n'apportent pas de solutions à la mise en place d'une méthode collective de travail ; elle est pourtant actuellement indispensable au vu du nombre important de parties prenantes dans ces domaines et des enjeux variés pour coordonner les projets (Celnik & Lebègue, 2015). Effectivement, les outils développés ne permettent pas de répondre à la multitude d'enjeux qui incombe au secteur de la construction tels que les exigences économiques, énergétiques et environnementales des sociétés contemporaines (Celnik & Lebègue, 2015). De plus, l'ampleur du travail à distance ne cesse de croître, déjà présent dans le contexte de distanciation géographique, celui-ci est renforcé par la pandémie actuelle contraignant à la distanciation sociale. Ce sont autant de facteurs qui complexifient les outils de travail. En outre, la coordination entre les acteurs multidisciplinaires est d'autant plus difficile que la construction est très fragmentée et séquencée. Ce sont autant d'enjeux à relever qu'un « *simple* » outil numérique ne peut pas embrasser à lui seul.

Comme le souligne Serge K. Levan : « on réalise une maquette avec des logiciels mais un projet avec des hommes ». En effet, comme la pratique le prouve dans d'autres secteurs d'activité, la capacité de conception partagée par différents acteurs à l'aide d'instruments numériques offre une perspective d'avenir pérenne (Celnik & Lebègue, 2015). Ces instruments de partage visent à faciliter les échanges entre acteurs et leur collaboration.

L'émergence de nouveaux processus tels que le BIM privilégie des modes de travaux collaboratifs et répondent aux diverses contraintes spatio-temporelles (Calixte, Ben Rajeb, Gronier & Leclercq, 2018). L'approche BIM, *Building Information Modeling/Management/Model*, change en profondeur la manière de concevoir et de gérer les projets architecturaux, en ingénierie et en construction. Cette approche utilise une maquette numérique multidisciplinaire. Elle enrichit le projet de données du bâtiment pour l'exploitation et la simulation de différents aspects de son fonctionnement et de sa construction (Botton & Forgues, 2019). L'usage de la maquette numérique envisage un grand nombre de réponses face à la complexité croissante des projets en construction en facilitant le travail collaboratif entre acteurs d'un même projet. (Celnik & Lebègue, 2015). Cette nouvelle manière de concevoir est perçue comme le synonyme de collaboration entre les acteurs du projet qui engendre des améliorations tant qualitatives que quantitatives au sein du projet (Celnik & Lebègue, 2015 ; Levan, 2016).

En outre, le BIM est entendu comme « *Bouleversement Interprofessionnel Majeur* » qui constitue un vecteur de communication et de concertation entre les chefs de projets, les acteurs du projet et les différents corps d'état (Botton & Kubicki, 2014). Cette perception du BIM place les acteurs qui participent aux projets et aux décisions au centre des préoccupations. Ces derniers sont amenés, comme dans toute activité collective de conception, à la recherche de compromis autour de processus de concertation et de confrontation itératifs (Ben Rajeb, 2013). Ainsi, chaque acteur expose aux autres partenaires ses points de vue et ses représentations du projet. Chacun commente, délibère, échange, critique, etc. autour de l'évaluation de solutions alternatives dans le but d'aboutir à une prise de décisions sur la solution à adopter (Zacklad, Lewkowicz, Boujut, Darses & Détienne, 2003).

Cette recherche se focalise sur les échanges entre les acteurs de la construction qui conduisent à une prise de décisions dans un contexte collaboratif et multidisciplinaire : la réunion de coordination autour des maquettes BIM. Elle prend place dans un contexte pédagogique au travers d'une expérimentation BIM en conception architecturale. Cette expérience réalisée par un groupe d'étudiant s'apparente aux pratiques multidisciplinaires et collectives du monde professionnel. Ce travail de recherche se structure en 4 étapes.

Tout d'abord, une revue de la littérature et des travaux scientifiques répertorie les connaissances nécessaires aux thématiques d'études : l'activité collective en conception, le trio « communication-coordination-coopération » en conception, l'approche BIM, la communication en conception architecturale et les objets intermédiaires collectifs. Cet état de l'art conduit à la mise en évidence de problématiques et la formulation des questions de recherche. Ensuite, la méthodologie explicite le contexte d'étude, les protocoles développés et les expériences choisies, traitées et analysées pour répondre aux questionnements initiaux. Puis, nous présentons les résultats obtenus lors des expériences qui font ultérieurement l'objet d'une analyse et d'une discussion. Enfin la conclusion synthétise les réponses à la question de recherche.

Introduction

ETAT DE L'ART

Problématique & Questions de recherche

Méthodologie

Résultats

Discussions

Conclusion

Références

Chapitre 2 : Etat de l'art

2.1 L'activité collective en « conception »

L'activité collective est une thématique large qui trouve des définitions dans de multiples disciplines (ergonomie, ingénierie, sociologie du travail, etc.). Nous chercherons à introduire cette notion pour en donner une définition générale applicable au cadre de la conception en architecture sous le prisme du domaine de l'ergonomie.

2.1.1. Définition de l'activité collective

L'étude de Barthe et Quéinnec (1999) sur l'analyse du travail collectif synthétise les visions de différents chercheurs et met en évidence une terminologie dite « incohérente », en d'autres termes très galvaudée, pour désigner ce sujet d'étude : action collective, activité collective, travail collectif, ... (cf. figure 1). Nous emploierons la dénomination d'**activité collective** et nous proposerons de suivre une définition pour la suite du travail.

Sur la base de leur travail, le schéma de Defays (2015) regroupe en un arbre décisionnel les différentes formes d'activités collectives en ergonomie :

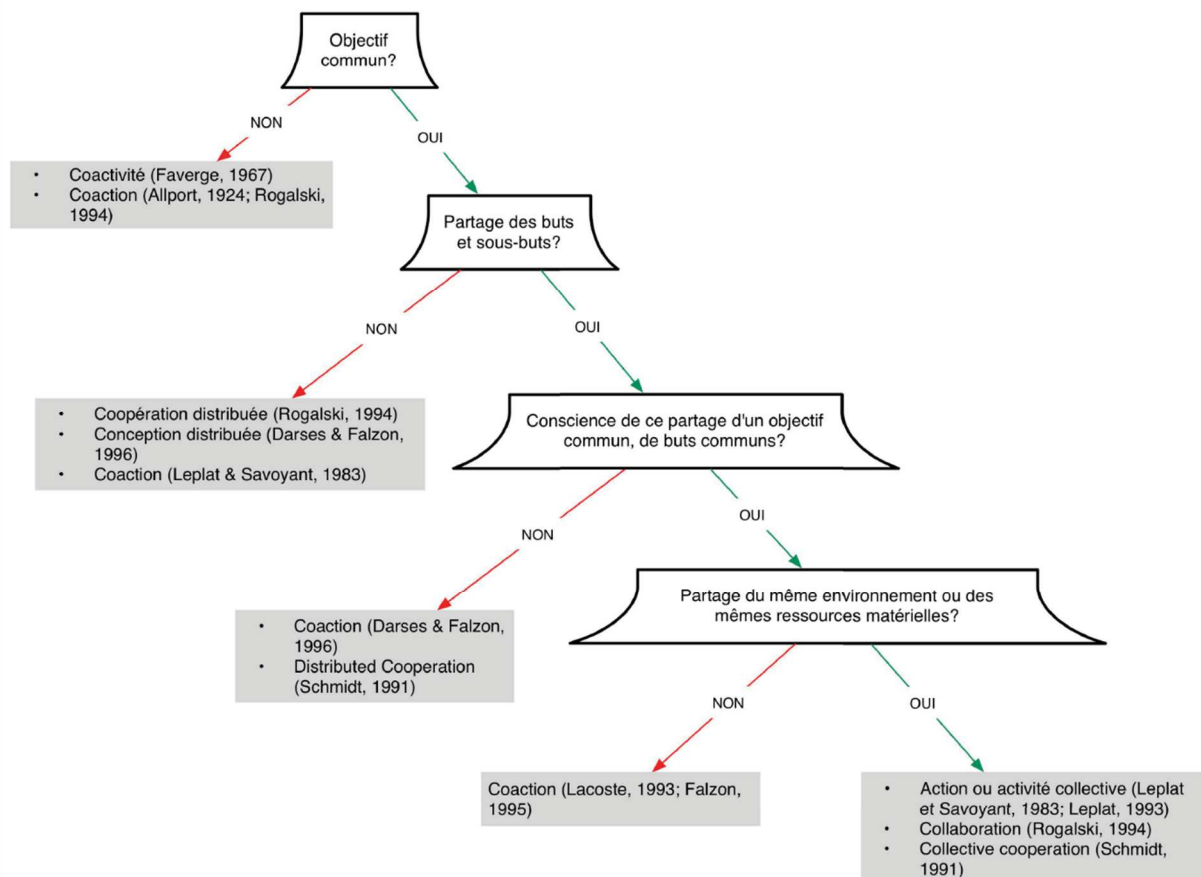


Figure 1 : Synthèse des formes d'activités collectives (Defays, 2015, p.13).

Ainsi, elle souligne par le biais de questions les grandes thématiques des chercheurs qui ont défini les activités collectives : un but commun, le partage de buts et de sous-buts, la conscience de cet objectif commun et le partage du même environnement ou de même ressources matérielles.

Les définitions de Leplat et Savoyant (1983) montrent que « l'action collective » est utilisée pour désigner une idée de partage d'un but commun entre différents opérateurs. Aussi l'activité collective n'est ni restreinte à une division ni à une répartition du travail entre les opérateurs mais laisse place à des interactions tournées vers un même objectif (Defays, 2015). Cette idée de but commun est enrichie par

l'aspect d'interdépendance entre les activités : il y a activité collective à « *chaque fois que l'exécution d'une tâche entraîne l'intervention coordonnée de plusieurs opérateurs* » précise Leplat (1993) (cité par Defays, 2015, p.30). La définition proposée par Leplat (1993) qualifie l'activité collective comme une activité impliquant une coordination entre les acteurs qui interagissent dans un but commun (Barthe & Quéinnec, 1999 ; Defays, 2015).

La vision de Kartensy et Pavard (1997) amène le travail collectif sous l'angle d'une « *articulation des compétences et/ou des tâches individuelles nécessaires dans l'accomplissement d'un but commun* » (cités par Defays, 2015, p.30). Celle plus récente de Caroly et Barcellini (2013) y fait écho en présentant le travail collectif, comme la manière dont un groupe d'acteurs (pluridisciplinaire) gère et réalise une série de tâches pour atteindre un but commun.

Dans le but de spécifier la notion d'activité collective, nous focaliserons notre recherche sur les modes d'activité de conception collectives : la co-conception, la conception distribuée et la co-action (Darses & Falzon, 1996 ; Barthe & Quéinnec, 1999 ; Safin, 2011 ; Ben Rajeb, Leclercq & Calixte, 2020). Nous n'aborderons pas les caractéristiques telles que les dynamiques de groupes et les caractéristiques propres aux groupes de travail (hiérarchie, leadership, confiance, etc.) répertoriées notamment par Gronier (2019).

2.1.2. Les modalités de conception collective

- **Co-conception et conception distribuée**

Des acteurs prenant part à une activité collective de conception ne sont pas tous impliqués de la même manière. Un classement des activités collectives, proposé par Darses et Falzon (1996), distingue deux types de situations applicables au processus de conception et qui peuvent s'alterner sur un même processus :

- Le premier type est appelé « *co-conception* ». Les acteurs sont dans cette situation lorsqu'ils « *développent la solution conjointement : ils partagent un but identique et contribuent à son atteinte grâce à leurs compétences spécifiques, ceci avec des contraintes très fortes de coopération directe pour garantir le succès de la résolution de problème* » (Darses & Falzon, 1996, p.126). Dans ce cas, l'enjeu de la conception est une synchronisation cognitive (expliquée ci-dessous).
- Le second type est appelé « *conception distribuée* ». Les acteurs sont dans une situation de conception distribuée lorsqu'ils « *sont simultanément (mais non conjointement) engagés sur le même processus de coopération et accomplissent des tâches bien déterminées, celles-ci ayant été allouées préalablement, et poursuivent donc des buts (ou du moins des sous-buts) qui leurs sont propres tout en ayant pour objectif de participer le plus efficacement possible à la résolution collective du problème.* » (Darses & Falzon, 1996, p.126-127). L'enjeu essentiel est la synchronisation opératoire (expliquée ci-dessous).

C'est deux types de modalités peuvent être enrichie d'une troisième : « *la co-action* ». Les opérateurs réalisent des actions simultanément, éventuellement dans le même espace, mais sans avoir conscience d'un même objectif. En effet, ils réalisent des tâches distinctes qui contribuent à un objectif commun fixé par la hiérarchie, qu'ils ignorent (Darses & Falzon, 1996). Toutefois, cette modalité est peu présente dans le contexte de la conception (Darses, 2004).

- **Synchronisation cognitive et opératoire**

Les interactions perçues au travers de ces deux modalités d'activité collectives requièrent des modes de synchronisation différents : « *la synchronisation opératoire et la synchronisation cognitive* » (Darses & Falzon, 1996).

Les activités dites de « *synchronisation opératoire* » remplissent un double objectif :

1. La répartition des tâches entre partenaires,
2. L'organisation temporelle des tâches.

De plus, Falzon (1994) et Visser (2001) soulignent la dimension temporelle en nommant ce mode de synchronisation « *temporo-opératoire* ». En s'appuyant sur l'articulation des actions à mener, à travers d'activités de coordination, la « *synchronisation opératoire* » est un mécanisme crucial en *conception distribuée*. Dans cette situation, des activités de coordination peuvent s'exprimer soit de manière verbales (négociations, répartitions de tâches, etc.) ou soit non verbales (prises d'information visuelle, gestes, etc.) (Falzon, 1994).

Les activités dites de « *synchronisation cognitive* » ont pour but de s'assurer que les acteurs du projet partagent deux éléments :

1. Les mêmes données générales sur le domaine du projet (règles techniques, procédures, etc.),
2. Les mêmes données concernant l'état d'avancement du projet (données, hypothèses, etc.).

En outre, à travers d'activités de communication, ce mode de synchronisation vise à établir un contexte de connaissances communes pour aboutir à un référentiel commun à tous les acteurs (Falzon 1994 ; Visser, 2001). Selon le groupe étudié, il peut y avoir un déséquilibre dans la répartition du dialogue (dialogue entre pairs et dialogue expert/novice) qui aura un impact important sur la construction des savoirs généraux (Falzon, 1994). De plus, les buts et les sous-buts n'étant pas préalablement définis en « *co-conception* », certains processus de communication deviennent primordiaux pour l'explication et la justification de la situation. La « *synchronisation cognitive* » est considérée comme dominante en « *co-conception* » (Darses & Falzon, 1996).

Dans le cadre d'un projet de conception architecturale, les définitions ci-dessus peuvent être illustrées comme suit (Ben Rajeb & al., 2020 ; Safin, 2011) :

Type de conception	Co-conception	Conception distribuée
Synchronisation	Cognitive	Opératoire
Focus	Conception ensemble	Répartition des tâches Coordination des missions
Fonction (officielle)	Architectes et experts	
Rôle (acteur de la conception)	Un groupe de concepteur(s)	Plusieurs concepteurs et un coordinateur
Validation (choix de la conception)	Un groupe de concepteur(s)	Le coordinateur

Tableau 1 : Modalités d'activités collectives en conception architecturale (Ben Rajeb & al., 2020 ; Safin, 2011).

Dans les écrits, nous remarquons que les chercheurs n'utilisent pas exactement le même lexique. Ben Rajeb (2012) et Calixte, Ben Rajeb, Gronier et Leclercq (2019) considèrent la « *co-conception* » comme la « *conception collaborative* » et la « *conception distribuée* » comme la « *conception coopérative* ». Par ailleurs, Safin (2011, p.110) qualifie ces « *deux activités de coordination* » comme des « *modes de conception collaborative* ». Si nous nous référons à l'arbre décisionnel de Defays (2015) et l'étude de Barthe et Quéinnec (1999), les appellations varient également. Nous choisissons de conserver la terminologie de Darses et Falzon (1996).

Celnik et Lébègue (2015) et Calixte, et al. (2019) affirment que lors du processus de conception il y a une alternance entre deux types de conceptions. La première est celle où les tâches sont réalisées individuellement par les acteurs qui communiquent ponctuellement avec le groupe de projet (en *conception distribuée*). La seconde est celle où les actions sont réalisées collectivement lors de réunion de travail pour confronter leurs avis, coordonner leurs tâches et les répartir pour la suite (*co-conception*).

Nous observons ce même processus d'alternance dans le cadre spécifique d'un projet de conception architecturale pédagogique. Ben Rajeb et Leclercq (2015b) schématisent le phénomène globalement le processus de tâches en commun ou en parallèle entre les différents acteurs. Dans la figure ci-dessous, les interactions des acteurs lors des phases de conception distribuées sont explicitées. Le va et vient entre les

informations (notifications, modifications, versions, etc.) témoignent d'activité de conception distribuée. Sur la globalité du projet, une « sinusoïde » entre les points de mise en commun et les travaux en parallèle se dessine :

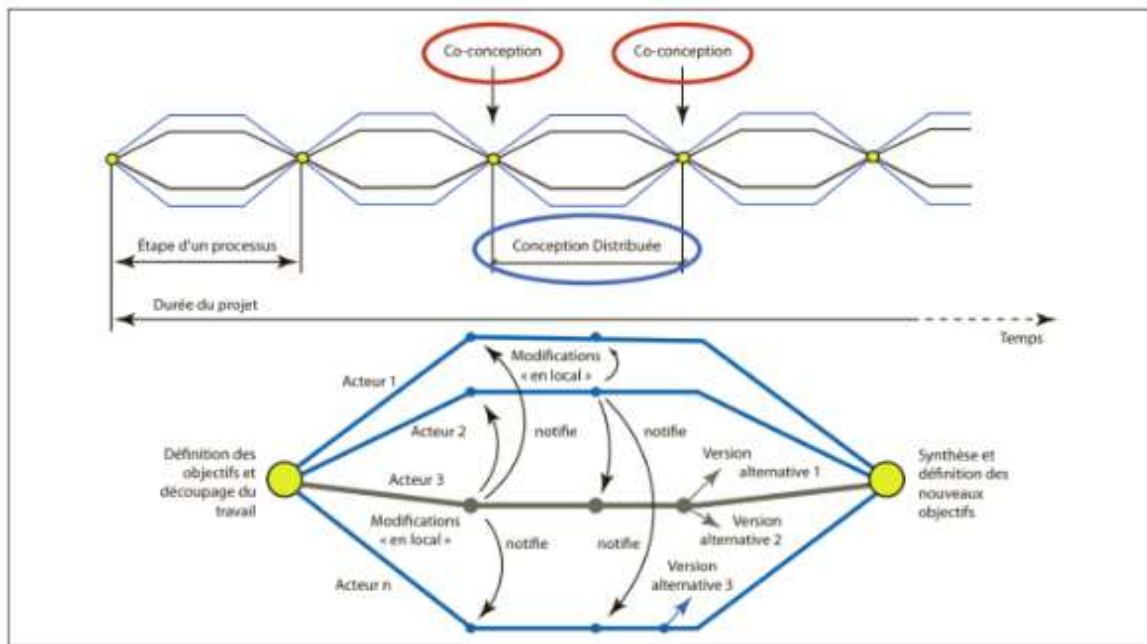


Figure 2 : Schématisation du processus collectif de conception (Celnik et Lébègue, 2015, p.126).

Synthèse

Au travers de cet échantillon de définitions et de l'arbre décisionnel (cf. figure 1), les deux notions fondamentales de l'**activité collective** qui apparaissent distinctement sont l'objectif commun partagé par l'ensemble des acteurs impliqués dans l'activité et les tâches à réaliser de manière interdépendante pour atteindre cet objectif.

Dans le cadre des réunions de coordination, les acteurs opèrent en co-conception avec une dominante de synchronisation cognitive dans leurs actions. Toutefois, au cours du projet des tâches sont réalisées en parallèles et doivent être synchronisées également lors de ces réunions (synchronisation opératoire).

2.2. Les 3C en conception

2.2.1. Genèse du concept des 3C

L'activité collective peut s'exprimer sous différentes formes : coopération, coopération distribuée, coordination, collaboration, coaction, co-action, concertation, etc. Toutefois, l'activité collective peut s'organiser autour de 3 axes essentiels par lesquels interagissent les acteurs déjà évoqués implicitement lors de la définition des modalités d'activité de conception collective. Gronier (2019) fait référence au « *paradigme des 3C* » dans le domaine de la conception et également utilisé par Levan (2016) sous l'appellation de « 3C » de la collaboration au travail. Ce paradigme fait écho au trèfle d'Ellis (1994) repris ensuite par Salber (1995) appliqué au système multi-utilisateur et enfin, par Gronier, Sagot et Gomes (2003) pour l'étude du travail collectif en présence et médiée. Le trèfle qui met en jeu les notions de communication, coordination et de production (Ellis & Wainer, 1994) tandis que les 3C signifient « *Communication, Coopération et Conception* » (Gronier et al., 2003 ; Levan, 2016) :

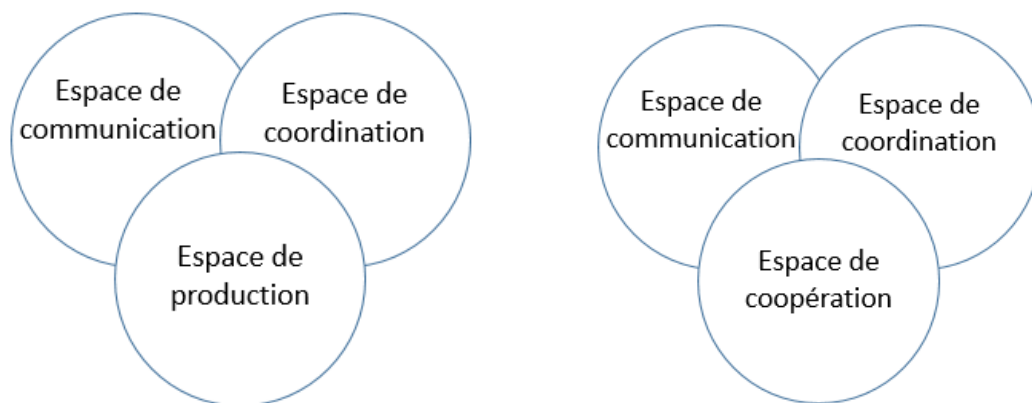


Figure 3 : Trèfle d'Ellis et trèfle fonctionnel (Ellis, 1994 ; Salber, 1995) & Paradigme des 3C (Gronier, 2019).

Selon les différentes visions, les termes font référence aux définitions suivantes (Salber, 1995 ; Gronier, 2000 ; Gronier, et al., 2003 ; Guerriero et Kubicki, 2019) :

- *Espace de communication* : qui permet aux acteurs d'échanger de l'information,
- *Espace de coordination* : qui permet de définir les acteurs, les activités, les tâches et, de répartir les tâches aux différents acteurs,
- *Espace de production* : qui se rapporte au lieu de création, de manipulation et de partage les objets qui résultent du groupe,
- *Espace de coopération* : qui permet aux acteurs de réaliser des actions vers un même but.

L'ensemble de ces notions se complètent les unes et les autres. En effet, la communication peut être entendue comme un support aux activités collectives (Safin, 2011 ; Defays, 2015) la rendant alors essentielle pour le déroulement d'activité coopérative, productive ou de coordination. De plus, Gronier (2019) présente la coordination comme une action qui organise les tâches coopératives. Levan (2016) précise que la coopération « met en ordre » les actions à partir de règles.

Une notion non explicitée dans cette vision des actions en conception est la collaboration. Celle-ci peut se rapprocher très fortement de la coopération. Après la revue de la littérature scientifique, Defays (2015) définit la collaboration comme une activité collective au cours de laquelle les acteurs synchronisent les buts, les tâches et les actions à accomplir en aboutissant à une représentation partagée. Chiu (2002) insiste sur une relation plus étroite et plus forte lorsque les acteurs sont en collaboration.

Les visions présentées dans ce mémoire sur les thématiques en conception ne sont qu'un aperçu restreint de la littérature. De nombreux chercheurs illustrent ces notions et leurs points de vue sont nécessaires pour en avoir une compréhension générale. Dans le cadre de l'étude de réunions de coordination, nous porterons d'avantage notre attention sur la coopération que sur la production.

Nous notons les nuances suivantes apportées dans les articles scientifiques :

- Les acteurs en conception collaborative réalisent les mêmes tâches alors qu'en conception coopérative ce sont des tâches différentes (Darses & Falzon, 1996 ; Safin 2011 ; Ben Rajeb et *al.*, 2020)
- La collaboration implique un degré de dépendance et d'engagement plus fort que la coopération (Defays, 2015)
- La coordination a pour mission d'organiser les actions (Levan, 2016)
- La communication est un support à la coopération, la coordination et la collaboration (Safin, 2011 ; Defays, 2015 ; Levan, 2016)

Nous synthétisons le point de vue adopté pour la suite à l'aide du schéma ci-dessous inspiré de la vision synthétique de Gronier (2019) :

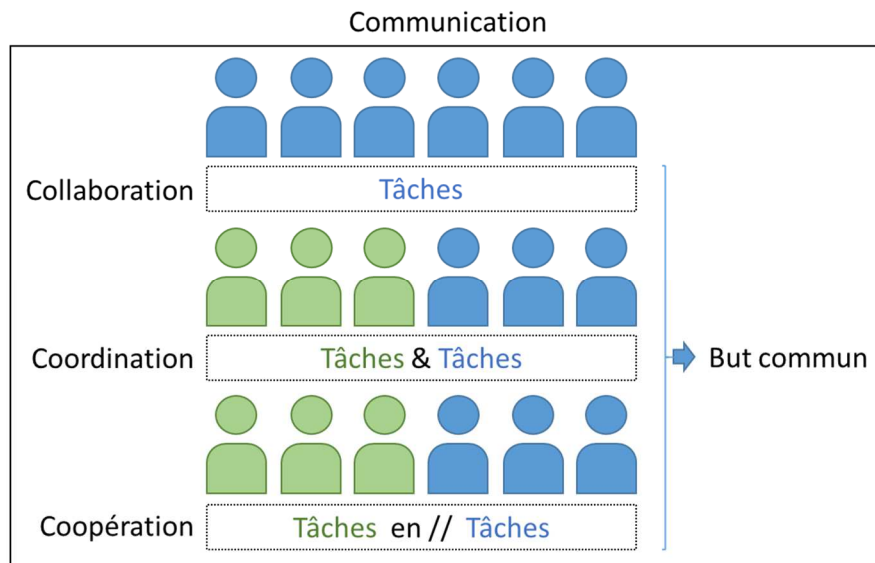


Figure 4 : Synthèse des « 3C ».

2.2.2. Evolution de la conception

• Facteurs d'évolution des activités de conception

Une évolution du domaine de la conception est visible depuis quelques décennies due à deux facteurs majeurs : la complexification des projets de conception et la distanciation géographique.

La conception est devenue une conception « *par projet* » ou en « *mode projet* » (Defays, 2015 ; Levan, 2016) héritée de l'ingénierie concourante où le chef endosse le rôle central et les liens de collaboration sont très étroits entre les acteurs multidisciplinaires de la conception (Darses, Détienne & Visser, 2001). La difficulté croissante des entreprises à séparer les métiers les poussent à organiser la conception sur une logique de projet (Vinck & Laureillard, 1996). Le travail en conception tend à se complexifier également dû au contraintes croissantes et multiples qui pèsent sur le domaine (environnementales, structurelles, législatives, etc.) (Skair, 2015 ; Celnik & Lebègue, 2015). La pluridisciplinarité des acteurs est perçue comme un levier essentiel pour répondre à cette complexité (Darses & Falzon, 1996 ; Ben Rajeb, 2012). De plus grâce au progrès informatique, la coopération entre les acteurs de différentes disciplines en conception a pu être facilitée, comme notamment la confrontation des points de vue des différents métiers (Zacklad & al., 2003).

Dans un contexte de mondialisation, les travailleurs sont davantage éloignés les uns des autres. Le travail à distance nécessite une coordination entre les acteurs et une cohésion de groupe (Defays, 2015 ; Gronier, 2000). Levan (2016) parle de « *distance objective* » (éloignement géographique) par opposition aux « *distances subjectives* » (Temporelle, culturelle, linguistique, etc.).

Aussi, l'activité collective est amenée à se développer dans des lieux et des temporalités différentes par le biais « *d'instruments de partage* » sans lesquelles elle ne peut se développer (Boujut, 2000). La matrice de Johansen (1988) permet de classer les activités et les outils en fonction des dispositions spatio-temporelles. Calixte et, *al.* (2019) expliquent l'activité collective au travers du prisme de cette matrice :

- La dimension temporelle : les actions menées se déroulant simultanément sont qualifiées de « *synchrones* » et celles se déroulant en décalage temporel d'« *asynchrones* »,
- La dimension spatiale : l'approche est qualifiée « *co-localisée* » lorsque les actions prennent part dans un même milieu ou d'approche « *délocalisée* », dans des lieux différents.

Espace/ Temps	Même temps	Temps différent
Même espace	Activité synchrone co-localisée	Activité asynchrone co-localisée
Espace différent	Activité synchrone délocalisée	Activité asynchrone délocalisée

Tableau 2 : Matrice espace-temps des activités collectives (Johansen, 1988).

Dans le contexte de réunion en visioconférence, nous emploierons la terminologie proposée par Calixte, X. & al. (2018) de « *co-présence virtuelle* » qui illustre le cas des activités synchrones délocalisées (proche de l'appellation « *présence virtuelle* » employée par Guerriero et Kubicki (2019)).

La matrice de Grudin (1994) au format 3x3 apporte un « *raffinement* » de la matrice de Johansen incluant le caractère imprévisible de l'espace et du temps différent (Guerriero & Kubicki, 2019). Cette dernière illustrée d'un exemple reprenant des TCAO (*outils de Travail Coopératifs Assisté par Ordinateur*) ou *groupware* (Gronier et al., 2003). La littérature distingue généralement quatre catégories d'outils pour soutenir la collaboration en fonction des caractéristiques spatio-temporelle (Defays, 2015). Dans la matrice ci-dessous, le caractère imprévisible décrit par Grudin (1994) est ajouté :

Espace/ Temps	Même temps	Temps différent	
		Prévisible	Imprévisible
Même espace	Réunion en face à face + avec projection d'écran de PC + Tableau numérique (+- interactif)	Avec programmation	Sans programmation
		Dossier Post-it Email Serveur	
Espace différent <i>Prévisible</i>	Audio conférence Visio conférence Télé Réunion	Email Serveur de fichiers Message vocal Agenda partagé Workflow	
	Chat Téléphone		

Tableau 3 : Matrice espace-temps des modalités d'échanges d'informations au cours d'un projet.

Les outils d'aide à la conception présentent des systèmes (*cf. tableau 3*) qui permettent aux partenaires de communiquer et de se coordonner de manière efficace. Aussi dans le cas de réunion géographiquement distante, ceux-ci proposent une possibilité outillée pour échanger entre différents acteurs.

- **Les réunions de coordination**

Les réunions de coordination étudiées sont des activités collectives pouvant être analysées par la matrice de Johannsen. Dans notre cas d'étude, ces réunions sont nécessairement synchrones mais la co-localisation n'est pas nécessaire (cf. figure 5). Les périodes de co-conception se basent sur une synchronisation cognitive des partenaires (cf. §2.1.2) afin d'échanger sur les projets et faire avancer le processus indépendamment du lieu. Toutefois certaines caractéristiques propres à chacune de ces deux types de réunions en co-présence peuvent influencer le processus de collaboration :

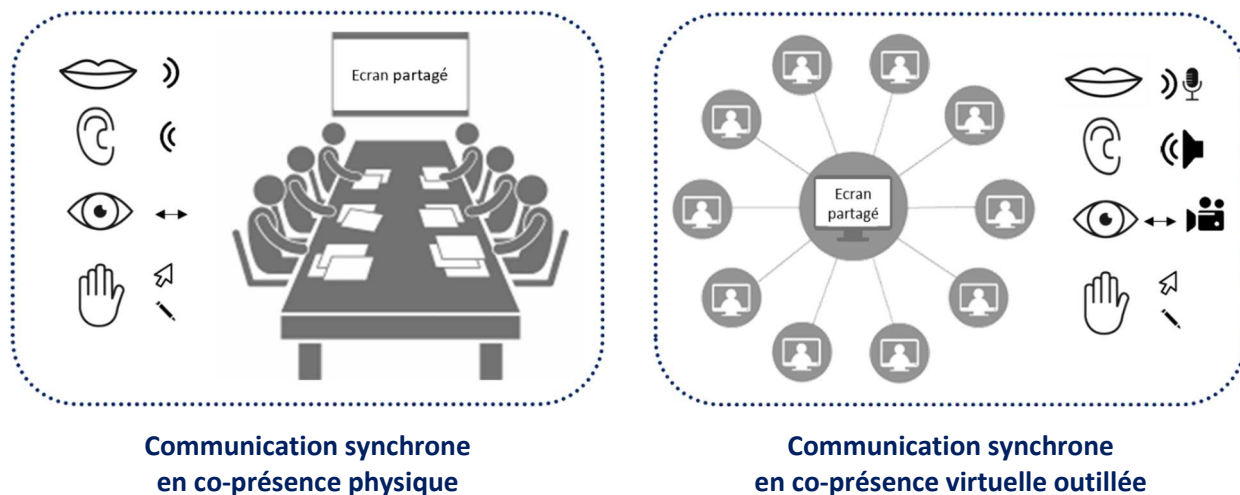


Figure 5 : Schéma des configurations de réunion en co-présence.

Effectivement dans certains cas les acteurs sont amenés à travailler à distance, pour reproduire des conditions de travail quasi similaire au présentiel physique, ils ont parfois recours à « *des plateformes et/ou des instruments de partages pour les échanges vocaux et graphiques* » (Ben Rajeb, 2013, p.510). Ces derniers jouent alors le « *rôle d'interfaces numériques* » entre les différents acteurs pour permettre le travail à distance (Ben Rajeb, 2013).

Ben Rajeb (2012 et 2013) parle dans ce cas de « *conception collaborative instrumentée* » et Gronier, Sagot, Gouin et Gomes (2001) spécifiquement de « *réunion assistée par ordinateur* ».

Les « *réunions assistées par ordinateur* » diffèrent de la réunion en co-présence physique sur au moins trois points résume Gronier et, al. (2001) :

- Elles peuvent être amenées à « *bouleverser les relations hiérarchiques* » habituellement établies.
- Elles peuvent contraindre la communication à un « *caractère polylogale* » au lieu du principe de dialogue. De plus les indices de communications peuvent être plus difficilement perçus ou différemment.
- Elles disposent d'un « *espace plus large de communication* » avec des outils TCAO variées (forum, chat, courrier électronique, visioconférence, etc.).

Aussi, ils en concluent que des exigences différentes entre ces deux contextes ne requièrent pas les mêmes exigences. Cela peut laisser place à de nouvelles pratiques, usages, etc. selon le contexte collaboratif Gronier et, al. (2001).

Dans notre cas d'étude, le trèfle du paradigme des 3C qualifie plus adéquatement les opérations que mettrons en œuvre les concepteurs en réunions de coordination ; dans ce type de réunion il n'y pas de phase de « *production* » d'objet mais principalement des modifications des objets existants.

Les dispositifs assistés par ordinateur mis en place dans les expériences visent à recréer un environnement similaire pour l'échange et le partage d'informations entre les partenaires de projet. Toutefois, les caractéristiques situées pourront potentiellement impacter le processus d'échange au cours de la réunion.

2.3. L'approche du BIM

Le numérique étant d'ores et déjà présent dans tous les domaines, le secteur du bâtiment se trouve confronté à une mutation en matière d'outils et de processus d'organisation. Les logiciels de CAO (Conception Assistée par Ordinateur) se sont implantés et diversifiés pour répondre à de multiples attentes telles que la simulation, les rendus graphiques, les processus d'immersion, etc. Ils ont permis de transformer considérablement les pratiques en architecture notamment en augmentant la production, les calculs techniques et les sources de créativité. Néanmoins, outre leur multiplicité et la hausse de la productivité qu'ils génèrent, ces outils ne favorisent pas l'essor de méthode collective (Celnik & Lebègue, 2015). Comme évoqué précédemment, l'organisation et les processus d'activité collective sont primordiales en conception pour répondre à la multitude d'exigences économiques, énergétiques, environnementales des sociétés contemporaines qui s'imposent aux concepteurs (Skair, 2015 ; Celnik & Lebègue, 2015)

Afin de répondre à ces nouveaux défis de l'ère numérique, la distanciation géographique et la complexité grandissante des projets, le BIM, *Building Information Modeling/Management/Model*, apparaît comme une évolution prometteuse en conception dans le domaine de la construction (Botton & Forgues, 2018). Celui-ci présente plusieurs définitions du M de BIM afin d'englober l'ensemble des facettes qui le caractérisent :

Le BIM comme « **Building Information Modeling** » est « *un processus de travail et de collaboration entre intervenants d'un projet de construction, reposant sur les outils métiers particuliers qui permettent la conception et l'exploitation d'une maquette numérique, préfigurant le bâtiment tel que construit et exploité.* » (O.Celnick, E.Lebègue, 2015, p.37).

Le BIM comme « **Building Information Management** » est « *une nouvelle approche de conception, de construction et de gestion d'un bâtiment. Le BIM n'est pas un objet ou un seul type de logiciel mais plutôt une activité humaine qui comporte en définitive des vastes transformations de processus dans le domaine de la construction.* » (Eastman, Liston, Sack & Teicholz, 2011, p.11).

BIM comme « **Building Information Model** » est « *une représentation numérique des caractéristiques physiques et fonctionnelles d'un bâtiment. A ce titre, elle agit comme une ressource commune du savoir pour que les données sur un bâtiment forment une base fiable pour la prise de décisions pendant sa durée de vie, et ce dès sa création.* » (National BIM Standard (NBIMS), 2007, p.21).

Dans le cadre de la (pré-) construction, ce qui correspond à la phase avant-projet, Rahhal, Schrayen, Ben Rajeb et Leclercq (2018) souligne la nécessité de ces trois définitions. Les conditions nécessaires pour un projet BIM sont de favoriser le travail collaboratifs (coordination, coopération et communication) et créer/utiliser une maquette numérique orientée objet constructive. La maquette numérique confère une modernisation au processus de gestion de projet en construction en le transformant profondément. Cependant, elle ne remplace pas les outils métiers ni les interactions entre les acteurs mais elle fédère les données et travaux de chacun (Celnik & Lebègue, 2015).

Le BIM peut être entendu comme synonyme de collaboration entre les acteurs de projet (Celnik & Lebègue, 2015, Rahhal & al. (2018) ; Calixte & al. (2019)). Les interactions entendues comme communications, gestions de flux d'info, discussions, etc. sont aussi importantes que les acteurs de projet ou les outils (Levan, 2016). Cette activité collaborative produit des améliorations tant qualitatives que quantitatives (Celnik & Lebègue, 2015). Levan (2016) rappelle que « *le BIM n'est pas un dispositif conçu pour améliorer l'architecture d'un bâtiment mais pour optimiser [...] (sa) construction* » (financièrement, économiquement, écologiquement, énergiquement, etc.) (S.K. Levan, 2016, p.63).

Les principaux usages du BIM ont été classifiés par Kreider et Messner (2013). Ils expriment les utilisations du BIM au travers de la vie d’une installation et des caractéristiques associées. Deux grandes catégories sont distinguées : la finalité du BIM et de son utilisation (« *Gather, generate, Analyze, communicate and realize* ») et les caractéristiques du BIM (« *Facility element, facility phase, discipline, level of development* ») (Kreider & Messner, 2013). Les principaux usages du BIM décrits dans le BIM Guide (Kreider & Messner, 2013) visent la finalité du BIM dans la construction. Ils se déclinent autour de 5 grandes catégories dans lesquelles sont sous détaillées les actions qui se rapportent à chacune d’elles :

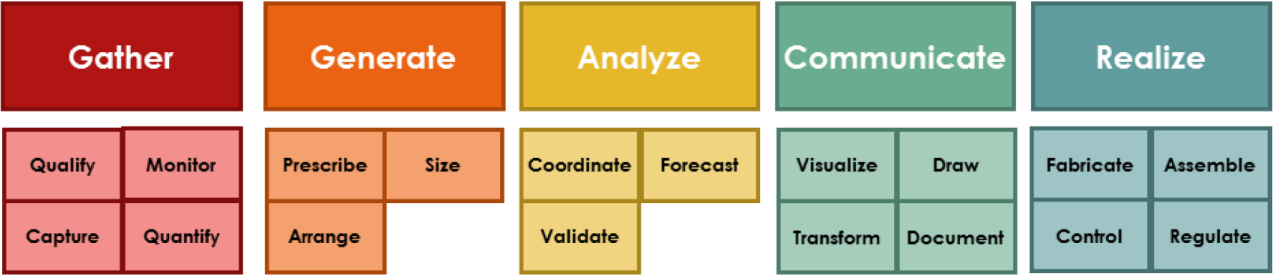


Figure 6 : Les catégories des finalités d’usage du BIM (Kreider & Messner, 2013, p.6).

Si l’on se fixe dans la période de pré-construction des projets BIM, les usages majeurs sont répertoriés par Kreider et Messner (2013), Kensek (2015) et, Rahhal (2020), en exprimant le pourcentage d’utilisation du BIM dans un des usages suivants :

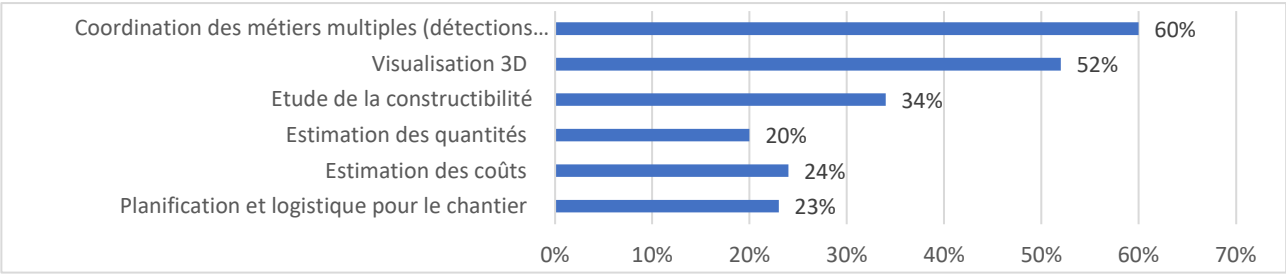


Figure 7 : Les principaux usages en pré-construction ciblé par le BIM (Rahhal, A. & al.,, 2018).

Nous pouvons rapprocher ces usages du BIM au catégories décrites à la figure 7 :

BIM essentiel Guide	The Uses of BIM
La coordination des métiers multiples (détection de clashes/des erreurs)	03 Analyse - 01 Coordinate
Visualisation 3D	04 Communicate 01 Visualize
Etude de la constructibilité (contrôle de la qualité avec des models checker)	03 Analyse – 03 Validate
Estimation des quantités	01 Gather 02 Quantity
Estimation des coûts	01 Gather 02 Quantity
Planification et logistique pour le chantier	05 Realize 03 Control

Tableau 4 : Lien entre la catégorisation générale de Messner et les usages en pré-construction du BIM.

Nous remarquons que la coordination entre les métiers est classée comme première dans les usages du BIM en pré-construction notamment dû au fait d’une phase pluridisciplinaire où les modélisations de chaque discipline sont regroupées et coordonnées mais aussi du fait d’un usage général sur tout un projet en BIM. De plus l’ensemble des catégories de Kreider et Messner (2013) sont exprimés dans les usages les plus fréquents décrits par Guide Essentiel Guide (2013).

Nous notons que **l’approche BIM** dans les projets de conception constitue un **levier novateur** et prometteur pour la coordination des acteurs au sein de projets pluridisciplinaires et complexes. Les multiples usages du BIM visent à améliorer les processus de la construction sans pour autant annihiler les outils et processus actuels. Cette nouvelle approche **favorise**, lors des projets BIM, **les échanges** entre les différents intervenants par leur **coordination**, leur **collaboration** et nécessairement la **communication** inter métiers.

2.4. La communication en conception architecturale

2.4.1. La communication support de l'activité collective

- **La communication au cœur des activités collectives**

Nous avons vu que les situations d'activités collectives en conception requièrent une coordination importante entre les acteurs. En général, la communication est déterminante dans l'activité mais dans ce contexte précis elle est essentielle à une bonne coordination (Gronier, 2000 ; Darses, 1997). Effectivement, en conception, la communication permet aux partenaires de développer conjointement une solution par le biais d'une synchronisation cognitive autour d'un but commun atteint grâce à leurs compétences respectives (Darses, 1997). Ces échanges favorisent la mise en place de processus tels que l'argumentation, le partage d'un contexte commun, la confrontation de points de vue, etc. (Darses & al., 2001 ; Martin, 2001).

Le terme de communication peut regrouper une multitude de facettes comme la communication « *directe* » entre individus mais aussi « *indirecte* » comme les publications, les diffusions d'informations dans un service, etc. Falzon (1994) évoque des communications « *inter-personnelles directes* » opposées aux « *techniques de communication* ». Dans cette étude nous focalisons notre attention sur l'analyse des échanges directs entre différents interlocuteurs et non relayés par une technique de diffusion de l'information.

- **Les communications fonctionnelles**

Plus précisément, il s'agira de l'étude des communications dites « *fonctionnelles* » (Leplat & Savoyant, 1983 ; Falzon, 1994 ; Gronier, 2010). Celles-ci « *regardent directement le contenu du travail réalisé, excluant ainsi celles qui sont prioritairement centrées sur les relations humaines dans l'équipe, la cohésion, les processus d'influence, etc.* » (Leplat & Savoyant, 1983, cités par Defays, 2015, p.39). En d'autres termes, Falzon (1994) précise que seront écartés tout élément de conversation dont l'indice est autre que fonctionnel. Defays (2015) précise que ce type de communication par leur contenu pragmatique écarte les processus sociaux et l'aspect interactif (exclut les normes groupales, la culture, les processus d'influence, etc.). Toutefois, l'ergonomie porte un regard élargi sur la notion de communication fonctionnelle incluant certaines communications qui ne sont pas directement liées au contenu mais qui vont participer au bon déroulement de l'activité. Cet élargissement de la notion est dû notamment à l'influence des théories interactionnistes qui mettent en avant une vision collaborative de la communication mais également aux études qui se sont portées de plus en plus sur la multi-modalité de la communication (Karsenty & Lacoste, 2004, cités par Defays en 2015).

- **La multiplicité des dimensions de la communication**

Lorsque l'on évoque la communication au sens large, nous pouvons faire référence à de multiples dimensions de celle-ci. Bressolle, Pavard et Leroux (1998) illustrent clairement cette multiplicité au travers :

- Des canaux de communication (visuels, auditifs, etc.),
- Des formes d'expression de la communication (gestes, sons, paroles, écritures, etc.), aussi appelées « *systèmes sémiotiques* »,
- Des artefacts/ outils de communications (téléphone, écran ordinateur, souris, stylos, etc.).

Il est nécessaire de préciser quelles thématiques seront abordées par la suite car ces trois dimensions balayent un panel considérable de domaines d'études.

Par la suite, les artefacts de communication seront partiellement évoqués lors de la description des objets intermédiaires collectifs (cf. §2.5). Quant aux canaux de communication, ils ne seront pas traités tels qu'ils sont définis ci-dessus mais ils serviront implicitement à la description et la compréhension des modalités de communication.

Les communications fonctionnelles ne se limitent pas aux dialogues, elles peuvent se formaliser au travers de l'ensemble des modalités de communications verbales (orale, manuscrite) et non verbales (graphique, gestuelle, visuelle, etc.) (Falzon, 1994).

Toutefois, nous notons que les chercheurs ont fait le choix de se focaliser principalement sur la communication verbale bien que l'importance des modalités non verbales soient aujourd'hui largement prouvée (Defays, 2015). Cela est également dû à la complexité d'étude de ces dernières. Nous abordons les modalités de communication en situation de collaboration.

2.4.2. Les modalités de communication en conception architecturale

- **Les caractéristiques de la modalité verbale : l'oral**

Les modalités verbales occupent une place importante dans la recherche de synchronisation et de coopération des acteurs lors d'un projet (Gronier, 2010). Celles-ci peuvent se traduire formellement de deux manières : orale ou manuscrite. Elles seront souvent liées à des temporalités différentes avec une communication orale privilégiée dans les moments de coopération synchrones et une conversation écrite dans des moments asynchrones. A l'exemple de la matrice de Johansen (1988), nous pouvons associer les modalités d'expression verbales principales entre deux opérateurs en fonction des variables du espace-temps et les outils utilisés :

Modalité verbale	Outils de communication	Espace	Temps
Expression Orale	Face à face	Co-présence physique	Synchrone
	Appel téléphone, visioconférence, etc.	Co-présence virtuelle	Synchrone
Expression Ecrite	Mails, courrier, sms, etc.	A distance	Asynchrone

Tableau 5 : Utilisations principales des modalités verbales.

Le type d'élocutions lors d'échanges verbaux sera décrit dans le paragraphe suivant avec les méthodes d'analyses des modalités de communications.

Lors de projet en coopération sur un travail commun dans le temps, certaines particularités sont visibles dans les échanges verbaux illustrées ci-dessous Defays (2015) :

Spécificités des échanges verbaux en groupe	Auteurs
Raccourcissement des communications au fur et à mesure du projet avec un degré de précisions qui inversement augmente (témoin d'un common ground qui se crée)	Krauss et Weinheimer (1966) Falzon (1991)
Le moindre effort collectif	Clark et Wilke-Gibbs (1986)
Changement de nature des verbalisations, passage d'un langage naturel (du quotidien) vers un langage opératif (spécifique au sujet d'étude)	Falzon (1991)

Tableau 6 : Principes perceptibles au sein des échanges verbaux dans un groupe.

De plus, la communication verbale est décrite comme une activité conjointe qui nécessite une coordination sur le « contenu » et sur le « processus » (Clark & Brennan, 1991) :

- La coordination sur le contenu fait référence à la manière dont les partenaires construisent leur référentiel commun de connaissance,
- La coordination sur le processus introduit les mécanismes de gestion de la conversation qui sont le tour de parole et la disponibilité.

Lors d'une conversation, les interlocuteurs se régulent en général selon le principe implicite qu'une seule personne parle en même temps (Defays, 2015). Aussi les tours de paroles se définissent à chaque changement de locuteurs. L'échange verbal s'initie et se termine en fonction de la disponibilité des partenaires.

- **Les caractéristiques de la modalité non verbale : les gestes**

Les modalités d'expression non verbales sont multiples et bien souvent sous représentées et de façon inégale dans les études scientifiques. Par exemple, la modalité gestuelle constitue un élément essentiel dans la communication (Defays, 2015). Toutefois, les études sur la communication non verbale se focalisent davantage sur la modalité graphique plutôt que gestuelle (Visser, 2010).

Cette modalité est particulièrement présente dans les métiers de la construction et peut prendre des formes diverses en fonction de la représentation souhaitée. Les gestes produits lors de situation de conception collaboratives concrétisent des représentations spatiales et leur représentation en 3D. Par ailleurs, ils peuvent jouer un rôle interactionnel important (Visser, 2010). En effet, la représentation en 3D est largement facilitée par une représentation manuelle en directe et par ailleurs, les gestes facilitent la transmission des messages abstraits ou complexes.

Dans la littérature sur les gestes, plusieurs classifications sont proposées. Le schéma proposé par McNeil (1992) est souvent repris en classant les gestes « *déictiques* », « *iconiques* », « *métaphorique* » et « *bâtons* » (Visser, 2010) comme ci-dessous.

Iconique	Les gestes du concret qui prédomine lors de la narration pour donner une image aux références faites dans le discours
Métaphorique	Les gestes ne sont ni picturaux ni iconiques mais l'image qu'ils présentent est une abstraction
Bâton	Ce sont des gestes à deux mouvements (devants/ derrière ou haut en bas) où les mains bougent en rythme avec la parole
Déictiques	Ce sont des gestes de pointage Abstrait ou concret

Tableau 7 : Classification des gestes de McNeil (1992).

Toutefois, Visser (2010) exprime la complexité de classer les gestes selon les dire de McNeil (1992) car un mouvement peut se retrouver parfois dans deux catégories. Effectivement, la catégorisation absolue des gestes est compliquée et ceux-ci nécessitent parfois des nuances ou veulent exprimer plusieurs choses : un geste peut être « *déictique* » et « *iconique* » par exemple, ce qui complique l'analyse. Par exemple, Adam décrit « *les trois parcours différents qu'il envisage pour pouvoir entrer dans le bâtiment, Adam les trace d'un doigt* » identifié ici comme un geste « *déictique* » ET « *iconique* » (Visser, 2010, p.5).

Visser (2010) propose quant à elle une autre catégorisation dans le cadre des réunions de conception architecturale tant en co-présence qu'à distance. Sur les bases de plusieurs travaux préalables, il regroupe en deux grandes familles les types de gestes selon leur fonction lors de l'interaction (Visser, 2010, p.1) :

- Les « *gestes représentationnels* » qui « *contribuent à la construction de la représentation l'artefact* »,
- Les « *gestes organisationnels* » qui structurent « *les activités de conception et de l'interaction* ».

Les gestes représentationnels s'apparentent aux catégories dites « *iconiques* », « *métaphoriques* » et « *déictiques* » tandis que les gestes organisationnels sont davantage associés aux gestes « *bâtons* » (McNeil, 1992).

En 2011, l'étude COCREA (Mayeur, Darses, Lecourtois, Guena, Ben Rajeb, Safin et Leclercq, 2011) effectue des recherches sur les différents types de gestes utilisés en conception architecturale tant en co-présence qu'à distance. Sur base de la classification de McNeil (1992), cette étude distingue des sous-catégories et propose neuf types de gestes. Elles s'appliquent à la gestuelle de l'architecte spécifiquement durant la phase d'esquisse du projet. D'après les résultats des expériences, ce sont les gestes « *déictiques-kinésiques* » qui sont les plus présents dans ce type de situations autant en co-présence qu'à distance. Ils ont pour fonction de pointer ou désigner un endroit précis pour y faire référence (par exemple : pointage d'une zone précise sur un plan). L'ensemble des interactions gestuelles repéré est défini dans le tableau suivant.

Types de gestes			Définitions
Conventionnels	Quasi-linguistique		Gestes substituables à la parole et propres à une culture donnée
Non conventionnels	Déictique	Kinésique	Mouvements de pointage ou surlignage (avec doigt ou stylo)
		Graphique	Mouvements de surlignage utilisant le tracé du stylo (dessin)
	Métaphorique		Illustration d'un concept, d'une abstraction
	Iconique	Spatiographique	Illustration de relations spatiales
		Pictomimique	Description de la forme ou de la qualité d'un objet (ligne, arc de cercle, angle droit, etc.)
		Kinémimique	Illustration d'une action attribuable à l'objet
	Scansion		Marquage du rythme de la parole (battement, scansion, etc.)
	Expressif		Illustration d'une expression, d'un sentiment de l'émetteur

Tableau 8 : Classification des interactions gestuelles (Mayeur & al., 2011, p.16).

Par ailleurs, lors d'observations préliminaires, Defays (2015) fait référence à quatre gestuelles particulières : les expressions faciales, les gestes « mimétiques », les gestes de préhension et les gestes de pointage. Elle précise que son étude porte précisément sur les gestes de pointage outillés ou non, assimilables aux gestes « *déictiques-kinésiques* » (Mayeur & al., 2011) et des « *gestes représentationnels* » (Visser, 2010). Ces derniers sont sélectionnés dans le cadre de cette étude sur le common ground puisqu'ils sont décrits comme fondamentaux dans les activités de conception ; ils facilitent en particulier la résolution de problèmes et la négociation et ils améliorent l'intercompréhension (Defays, 2015).

- **La combinaison des modalités orales et gestuelles**

La modalité gestuelle appuie les communications en jouant un rôle complémentaire et en régulant les interactions. A l'exemple des gestes de pointage, l'étude de Defays (2015) affirme que les gestes de pointage précèdent ou succèdent très souvent une verbalisation ou une trace graphique.

Entre les modalités verbales et gestuelles, Visser (2010) décrit deux articulations envisageables. Les gestes peuvent être soit « *intégrés* » soit « *autonomes* » vis-à-vis de la contribution verbale. Cependant, les gestes réellement autonomes sont rares ; c'est ce que souligne également l'étude de Defays (2015). Ils sont très souvent suivis d'une contribution verbale dans un délai plus ou moins bref. Nous pouvons alors distinguer l'ordre de succession des modalités de communications et le recouvrement ou non de celle-ci. Cette idée est appelée le « *caractère plus ou moins concomitant de gestes et paroles intégrés* » chez Visser (2010, p.8).

Dans cette étude, nous explicitons les **modalités de communication** entendues ici comme les **formes d'expression de communication** que nous nommons les modalités verbales, gestuelles, graphiques etc. Deux d'entre elles sont choisies pour l'analyse des échanges en réunions de coordination.

Nous détaillerons par la suite uniquement la modalité gestuelle qui est entendue comme des mouvements des mains et des bras pouvant être accompagnés de paroles (Visser, 2010). Celle-ci fera l'objet d'une attention particulière lors des expériences en réunions de coordination.

Dans le cadre de l'étude de réunions de coordination en conception architecturale, nous portons notre attention sur :

- Les **échanges verbaux oraux** lors des conversations entre les différentes disciplines. Celles-ci seront étudiées dans le cadre de réunion en co-présence menant à l'analyse d'échanges synchrones qui portent sur le contenu,
- Les **interactions gestuelles** entre les acteurs de type représentationnels. Dans notre étude, nous rapprochons les **gestes qualifiés de déictiques et les gestes mimétiques**.

La méthode d'analyse fait l'objet du paragraphe suivant.

2.4.3. Analyse des modalités de communication en conception architecturale

Afin de procéder à l'analyse des modalités de communication détaillées ci-dessus et dans le contexte de la conception architecturale, de nombreux auteurs ont mis en place des méthodes et protocoles pour analyser ces données.

Comme nous l'avons vu précédemment, Visser (2010) réalise des expériences dans le contexte de la conception architecturale au cours de réunion en co-présence ou à distance. Lors de l'étude COCREA, la période de la conception étudiée est spécifiquement l'esquisse. Enfin, Defays (2015) oriente son analyse autour de la perception du common ground dans la conception architecturale et s'appuie alors sur les modalités gestuelles adéquates à son observation. D'autres points de vue ont été étudiés dans le cadre de la conception architecturale dont Ben Rajeb (2013) propose le classement suivant.

Aspects physiques du travail	Ergonomie et physique de l'espace dans lequel travail le concepteur	O'Connor et al. 2000 Edwards et al. 2002
Affect	Aspect physique ou émotionnel des concepteurs	Dejours, 2003 Riche et al. 2003 Clot, 2010
Aspect cognitif du processus (de la situation, des acteurs et des sujets traités)	Conscience de groupe Objet intermédiaire Référentiel commun Confrontation des points de vue Verbalisation des processus	Gero, 1990 Ericsson et Simon 1993 Darses 2004 Ben Rajeb 2013

Tableau 9 : Méthode d'analyse de la conception architecturale collaborative.

Nous présentons les différentes méthodes recensées pour l'analyse des communications au cours d'une activité collective en conception en co-présence physique ou virtuelle. Au vu du caractère multimodal de la communication, nous précisons que les modalités orales (verbales) et gestuelles (non verbales) seront présentées dans les mécanismes coopératifs. De plus, toutes s'orientent selon un axe décisif de la prise de décisions en réunion mettant en valeur le processus argumentatif dans le discours des acteurs avec plus ou moins d'insistance. Cet aspect servira de base pour la comparaison des différentes méthodes.

- **Le processus argumentatif et prise de décisions en conception**

Darses (2006) fait référence à la littérature sur le processus argumentatif en conception coopérative. De nombreux auteurs soulignent l'importance de ce processus dans les activités de conception d'artefacts. Effectivement, en argumentant, les concepteurs partagent leurs analyses du problème, envisagent des hypothèses, confrontent leurs points de vue qui s'enrichissent mutuellement. De plus, ils examinent les propositions de solutions pour en sélectionner ou proposer des alternatives dans la recherche d'accomplissement d'un but commun. Lorsque les points de vue des concepteurs diffèrent, ceux-ci sont examinés et débattus au travers d'un processus argumentatif qui les amènent à converger ou non vers une solution.

Lors de dialogues entre concepteurs, Falzon (1994) différencie deux objectifs notables lors des échanges : les dialogues de « *transfert de connaissance* » et ceux de « *résolutions de problèmes* ». Cette distinction est particulièrement remarquable dans des contextes pluridisciplinaires. En effet, les différents acteurs nécessitent des échanges informatifs pour la création d'un référentiel commun avec les connaissances des autres métiers qui leur permettent ensuite de débattre des propositions faites. Dans la même veine, Darses (2006) décrit une double fonction présente dans les processus argumentatifs celle dite « *coopérative* » et la seconde « *dialectique* ». En effet dans des situations de conception, le groupe doit posséder un esprit collaboratif pour développer une solution ou établir des compromis. La « *fonction*

coopérative contribue au développement d'un but commun [et clarifie] l'état du problème » (Darses, 2006, p.321) pour favoriser l'interaction et la coopération entre les acteurs. C'est l'équivalent du dialogue de « *transfert de connaissance* ». D'autre part, « *la fonction dialectique* » qui caractérise « *la dimension conflictuelle des situations interactionnelles* » se rapporte aux dialogues de « *résolution de problème* » (Darses, 2006, p.321). Une distinction notable entre les deux chercheurs est l'appellation de « *dialogue* » contre « *fonction* ». Ce dernier laisse entendre une préoccupation davantage portée sur l'impact de l'échange (le rôle de celui-ci) que sur la caractérisation des allocutions.

Lors de l'étude de contextes coopératifs, des épisodes de confrontations et de délibérations sont observés (Darses, 2006). Les délibérations, en contexte de réunion en co-présence ou à distance, sont formalisés par des épisodes d'argumentation dans les échanges. Aussi, l'analyse des communications dans ces contextes sont primordiaux pour analyser et tenter de comprendre « *les mécanismes sous-jacents aux prises de décisions* » (Gronier, 2010, p.151).

Lors d'activités collectives, dans les mouvements argumentatifs, les articulations des échanges s'effectuent autour de la synchronisation cognitive, de l'évaluation d'une solution et de contre-proposition d'une autre solution. Darses (2006, p.325) souligne ces trois étapes visibles en réunion lors de la recherche de résolution de problèmes par « *l'analyse du problème, la recherche de solution et le choix de la solution* ». Cette vision est formalisée par Visser (2001) et illustrée par un triplet argumentatif : « *Proposition – Opinion – Argumentation* ».

Outre le processus argumentatif, d'autres auteurs se sont aussi intéressés au classement des entités du discours argumentatif avec notamment la formule Prédicat-Argument où le prédicat décrit l'action et l'argument l'objet de l'action (Falzon, 1994) qui est reprise par diverses méthodes d'analyse (par exemple : COMET détaillée par la suite).

L'aspect cognitif du processus est celui retenu dans notre étude et, spécifiquement, les thématiques de résolution de problème, de négociation, d'argumentation, et de confrontation de points de vue en réunions de conception architecturale.

Nous présentons par la suite des méthodes d'analyses des modalités de communication orale et gestuelle en particulier desquelles nous nous inspirerons pour créer une grille d'analyse pour l'étude des réunions de coordination en conception architecturale. Celle-ci sera définie de manière à mettre en valeur les fonctions dialectiques des échanges rarement abordées en conception de produits (Darses, 2006).

- **L'analyse de la modalité de communication orale (verbale)**

La modalité verbale est la plus étudiée parmi les différentes modalités de communication (Darses & al., 2001 ; Martin, 2001 ; Beers, Boshuizen, Kirschner & Gijssels, 2006 & 2007 ; Gronier, 2010) pour n'en citer que quelques-uns. Dans ce type d'étude les chercheurs retranscrivent l'ensemble des échanges verbaux analysés. En effet, cette retranscription écrite de ce qui est dit oralement permet de spatialiser le discours (Détienne & al. 2009). Cette dernière facilite l'identification et la quantification de nombreuses variables des échanges verbaux (tours de paroles, silences, interruptions, etc.) et offre la possibilité de classer plus aisément les catégories choisies (proposition, question, argument, etc.) (Defays, 2015).

Nous présenterons ici des méthodes issues du domaine de l'ergonomie qui visent à catégoriser des aspects précis des échanges verbaux, collectifs et collaboratifs dans une grille prédéfinie (Defays, 2015). Selon Gronier (2010, p.151), l'étude des communications verbales « *constitue l'un des moyens privilégiés pour l'étude des situations de travail collectifs* ».

COMET (2001)

La méthode COMET (Darses & al., 2001) repose sur le codage des éléments verbaux mis sous la forme de prédicats-arguments (Falzon, 1994 ; Darses & al., 2001) pour évaluer la qualité du processus de co-conception (Darses & Falzon, 1996 ; cf. §2.1.2). Cette méthode a été initiée par le CNAM (Conservatoire National des Arts et Métiers) et l'INRIA (Institut de Recherche en Informatique et en Automatique) sur le projet EFFEIL (Coopération et cognition en conception) ; elle repose sur la méthode de CTA créée pour analyser les échanges verbaux de concepteurs en co-conception. Elle s'applique dans de nombreuses situations et en particulier dans le cadre de activités collectives d'argumentation testée en co-présence ou à distance (Darses & al., 2001).

La méthode COMET permet de distinguer, d'après la description de Gronier (2010) :

- Un « *niveau fonctionnel* » qui analyse la conception du point de vue des actions et des objets mis en œuvre en réunion,
- Un « *niveau coopératif* » qui fait apparaître des séquences d'actions correspondants à des mouvements coopératifs.

Le premier niveau d'analyse, dit fonctionnel, consiste à segmenter les échanges en tours de paroles des différents acteurs en une ou plusieurs unités selon un schéma de codage basé sur un prédicat (ACT). Chaque prédicat s'appuie ensuite sur un ensemble d'arguments (OBJ) possible et éventuellement modulé (MOD) par une requête. Chaque unité est codée comme suit : **MOD[ACT/OBJ]** où MOD peut être absent lorsque c'est une affirmation (valeur par défaut).

Modulation (MOD)	Prédicat (ACT)	Argument (OBJ)
Assertion (valeur par défaut) Requête (REQ)	Génération (GEN) Proposition d'un nouvel élément dans le dialogue (une solution, un but, une donnée inférée, etc.)	Données du problème (DAT)
	Evaluation (EVAL) Jugement sur la valeur d'un sujet de dialogue. Cette évaluation peut être négative, positive ou neutre.	Eléments de solution (SOL)
	Information (INFO) Apport d'une information en rapport avec le sujet.	Objets du domaine (OBJ)
	Interprétation (INT) Expression d'une représentation personnelle d'un sujet.	Règles ou procédures du domaine (PROC)
		But (GOAL)
		Tâche (TASK)

Tableau 10 : Grille de codage de la méthode COMET (Darses & al., 2001).

Ensuite, le second niveau d'analyse, dit coopératif, procède au codage des séquences et formalise les mouvements de coopérations. C'est-à-dire, les unités de codage « *prédicat/argument* » préalables sont regroupées en séquences soit qualitative (guidée par un concept) soit quantitative (dirigée par les données). Puis, à partir des séquences analysées, des mouvements coopératifs sont déduits caractérisant la séquence :

Mouvements coopératifs	Définitions
Enrichir une solution	Génération spontanée de solutions par l'expert à la suite d'une information sur les données du problème/génération de solution/ information sur un objet du domaine
Exécution d'une tâche	Génération de solutions à la suite d'une demande explicite de l'opérateur
Aide à la représentation des problèmes	Génération d'informations sur le problème à la suite d'informations sur les données du problème
Orienter le traitement des problèmes	Génération d'un axe de résolution, à la suite de la génération d'une solution par l'opérateur le moins expérimenté
Description du problème	Demande par l'expert de données relatives à un problème spécifique, suivie de la fourniture de ces données par le partenaire
Aider à la planification des objectifs/méta planification	Génération par l'expert d'objectifs de traitement des problèmes, suivie dans certains cas d'informations préventives / Demande de l'expert pour une génération d'une solution
Évaluations positives/négatives/ atténuées	Critique positive/négative/globalement positive de la solution, à la suite d'une génération de solution parfois suivie d'une information préventive ou d'une génération de solution
Fournir des connaissances suppl. ou corriger des connaissances	Informations sur les règles ou l'objet du domaine, à la suite d'une demande explicite ou à une affirmation inexacte sur une règle ou un objet
Fournir des informations supplémentaires à la solution	Informations sur les éléments de solution en cours d'élaboration.

Tableau 11 : Mouvements coopératifs de la méthode COMET (Darses & al., 2001).

Grille de codage de confrontation des points de vue (2001)

Dans le cadre d'une étude sur la confrontation des points de vue en collaboration entre INRIA et Aérospatiale Matra Airbus, Martin, Détienne et Lavigne (2001) proposent une grille de codage permettant d'analyser les points de vue mis en jeu en co-conception dans le but d'une étude ergonomique au niveau logiciel et organisationnel. Le procédé de la grille est présenté à partir des articles (Martin & al., 2001 ; Martin, 2001 ; Détienne, Martin & Lavigne, 2005 ; Gronier, 2000 & 2010, Gronier & al., 2001). La grille de codage comprend deux niveaux :

- Le « *niveau fonctionnel* » qui met en évidence la manière dont s'effectue la conception collective. Chaque unité est codée au niveau fonctionnel.
- Le « *niveau argumentatif* » qui a pour but de dégager une structure dans les échanges verbaux entre acteurs de la réunion. Seules les unités qui font référence à une argumentation sont codées.

Le niveau fonctionnel :

Ce codage s'inspire fortement de la méthode COMET (Darses & al., 2001) avec trois catégories et un signe : les modes, les actions, les objets de l'action et le signe positif/négatif. Chacun des éléments est au minimum aussi détaillé que la méthode COMET et souvent avec plus de catégories.

Les modes :

Pour la description des modes, ceux-ci sont identiques aux modulations de COMET, Martin (2001) les définit sous les appellations Requête (Req) et Assertion (Ass).

Les actions :

Les actions s'apparentent au prédicat de la méthode COMET, toutefois, davantage de catégories sont distinguées comme la planification et la visualisation propre au contexte d'étude :

Actions	Abréviations	Définitions
Informer	Info	C'est faire part des données (spécifications, caractéristiques, etc.) sur un objet
Evaluer	Eval	Juger positivement ou négativement un objet
Générer	Gen	Produire un objet
Introduire	Intro	Un nouvel objet de discussion est produit par un des participants. C'est un changement d'objet de discussion
Planifier	Plan	Déterminer des objectifs précis et mettre en œuvre les moyens propres à les atteindre dans les délais prévus
Visualiser	Visua	Demander explicitement de voir une partie de la solution sur un des supports externes à la disposition des participants

Tableau 12 : La définition des actions (Martin, 2001, p. 92).

Les objets de l'action :

Les actions s'apparentent aux arguments de la méthode COMET cependant, c'est dans cette catégorie qu'il y a le plus de différence. En effet, Martin (2001) porte davantage d'attention à la définition de la solution, des connaissances et des tâches. Elle met en évidence les contraintes et non les buts de la tâche :

Objets		Abréviations	Définitions
Solution	Initiale	Sol A	La première solution issue de la résolution de problème pour un problème donné
	Alternative	Sol Alt	Solution modifiée à partir d'une solution initiale ou d'une solution alternative précédente
Connaissance/objet du domaine		K dom	Connaissances et règles métiers sur le dispositif technique, ses propriétés ou son fonctionnement
Connaissance / règle-procédure		K pro	Références faites aux règles et/ou procédures d'utilisation des outils et/ou méthode
Spécification		Spec	Données initiales ou construites lors de la résolution de problème
Contrainte		Cont	Exigences métier (limites ou restrictions)
Tâche	Sans précision	Tâche	Ensemble d'actions à réaliser par une ou plusieurs personnes
	Tâche/projet	Tâche/projet	Ensemble d'actions à réaliser au cours du projet
	Tâche/réunion	Tâche/réunion	Ensemble d'actions à réaliser au cours de la réunion

Tableau 13 : La définition des objets de l'action (Martin, 2001, p. 92).

Les signes :

En dernier lieu, l'ensemble des catégories ci-dessus sont agrémenter d'un signe. Ceux-ci font références à l'engagement des partenaires dans la conversation en spécifiant les marqueurs d'attention :

Signes	Définitions
Les phatiques	Engagement du locuteur : maintien de l'attention par des marqueurs communicatifs
Les régulateurs	Engagement du récepteur : régulation vocal et verbal par des marqueurs communicatifs

Tableau 14 : La définition des signes (Martin, 2001, p. 92).

Cette classification à l'aide de marqueurs de coopérations est également utilisée par Darcy, Salembier, Angleys, Biran, Carron et Gardinetti (2008). Ces derniers proposent 7 catégories d'actions associées à des marqueurs dans leur méthode de « typification de l'activité coopératives ». Le codage du niveau fonctionnel se réalise comme suit :

ASS/REQ[Acc/Ref (action(+|-)/objet)]

Le niveau argumentatif :

Le niveau argumentatif a connu des évolutions entre sa création et la suite de son utilisation (Martin et al., 2001 ; Détienne & al., 2005). En effet, l'introduction de nouvelle sous-catégorie a été jugée nécessaire pour la clarification de la classification des échanges verbaux argumentatifs. Nous présenterons ici la version adaptée et synthétique de Gronier (2000 et 2010) qui reprend la classification proposée par Martin (2001), Martin et al. (2001) et, Détienne et al. (2005).

Cette grille de codage décompose les énoncés verbaux, échangés au cours de réunions de projet, en quatre niveaux (Gronier, 2010, p.156) :

- « Le premier niveau concerne les éléments généraux sur lesquels reposent les débats entre les acteurs de la réunion (les propositions) ;
- Le second niveau se caractérise par les éléments illocutoires qui servent directement les éléments généraux. Autrement dit, le second niveau concerne directement les propositions ;
- Le troisième niveau, constitué des divergences et des convergences, a pour fonction d'articuler le premier niveau avec le deuxième niveau décrit précédemment ;
- Le quatrième niveau a pour objectif de conclure l'échange et les procédures interlocutoires depuis la proposition d'une idée ».

Chacun des tours de parole est classé par un élément d'un de ces niveaux. La structure par niveau organise les communications fonctionnelles hiérarchiquement les unes par rapport aux autres. Ci-dessous, nous retrouvons les 4 niveaux de classification avec les différentes catégories associées aux échanges verbaux (Gronier, 2010) :

Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
Proposition : Expression d'une idée, proposition d'une solution	Question : Remise en question de la proposition Argument : Raison donnée pour faire admettre une proposition Contre-argument : Raison donnée pour rejeter une proposition Réitération : Réintroduction d'un élément déjà évoqué et traité au cours de la réunion Répétition : Redite d'un élément afin d'appuyer une idée Confirmation : Demande de répétition	Divergence : Incompréhension ou mise en doute d'une proposition Convergence : Acceptation d'une proposition	Stabilisation positive : Après une ou plusieurs convergences ; les acteurs trouvent un accord sur une solution Stabilisation négative : Après une ou plusieurs divergences ; les acteurs ne trouvent pas d'accord et reste sur un statu quo

Tableau 15 : Résumé des niveaux de codage pour l'analyse de la confrontation de points de vue (Gronier 2010, p158).

Cette seconde partie du codage se focalise sur l'aspect de négociation et de confrontation des points de vue des interlocuteurs en réunion. De plus, elle permet une hiérarchie des échanges verbaux en valorisant les solutions adoptées mais également les solutions alternatives et les débats qu'elles ont suscitées ou non. Ces passages de délibération prennent la forme d'épisodes d'argumentations collectives (Darses & al., 2001 et Martin, 2001), en général en présentiel durant les échanges en réunions de travail mais aussi à distance.

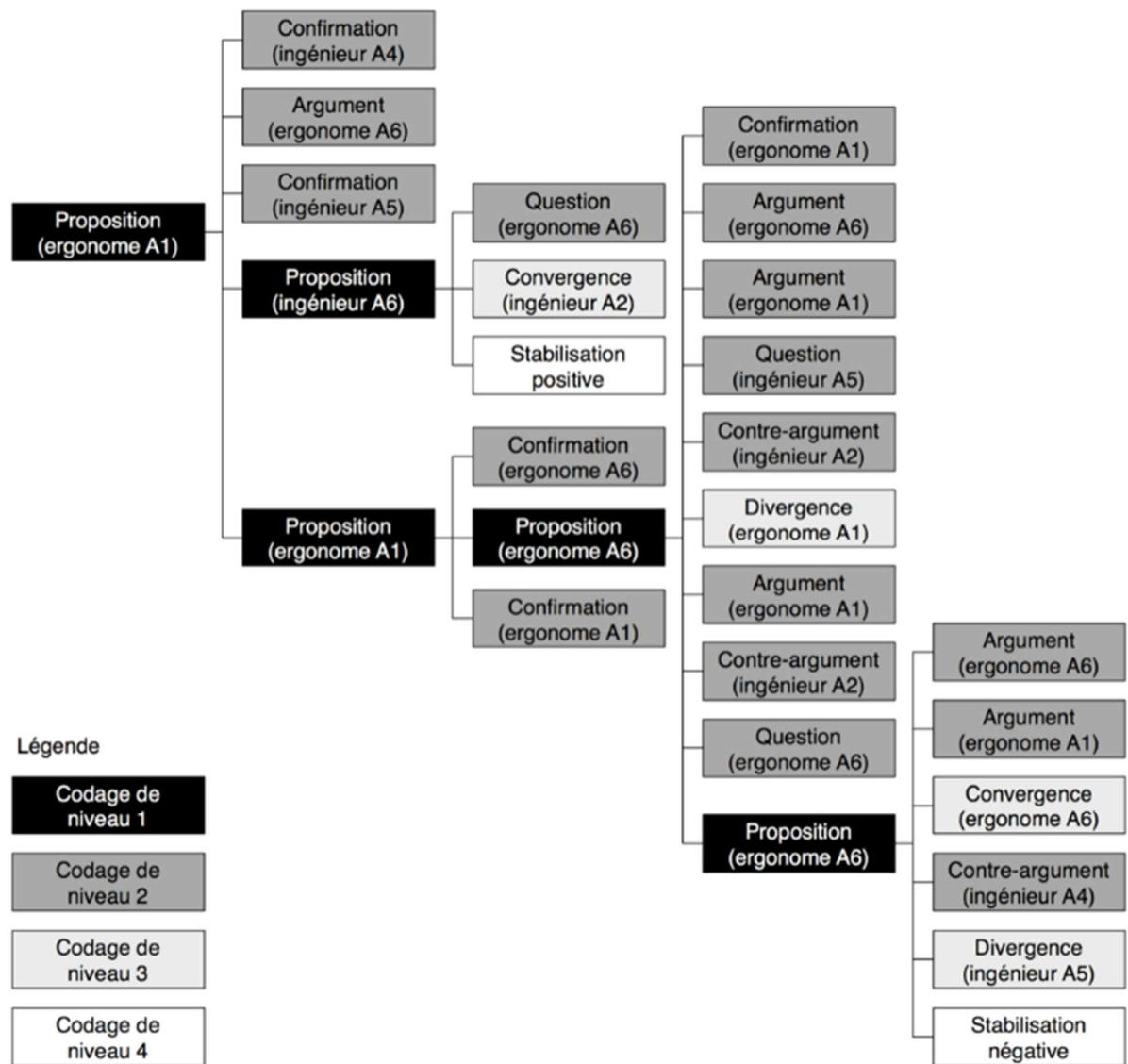


Figure 8 : Extrait d'encodage de représentation par arborescence des confrontations de points de vue (Gronier, 2010, p.159).

Beers et al. (2007) ont proposé une méthode d'analyse du processus de négociation du common ground pour l'étude des contextes pédagogiques et des équipes multidisciplinaires. Partant de la conceptualisation théorique de Clark et Brennan (1991), ces chercheurs ont créé le formalisme de codage suivant (Defays, 2015, p.165) :

1. **Contribution** : est codé comme tel chaque fois qu'une verbalisation concerne un nouveau sujet de conservation qui n'a pas encore été discuté avant qu'il soit introduit
2. **Vérification** : est codé comme telle toute verbalisation qui concerne une demande directe ou indirecte d'information à propos du sens voulu d'une contribution ou d'une élaboration
3. **Clarification** : est codé comme telle toute verbalisation qui contribue une réaction à une vérification ou à une incompréhension subjectivement perçue dans laquelle le sens voulu de la contribution ou de l'élaboration est élucidé.
4. **Acceptation** : est codé comme telle toute verbalisation qui constitue une réaction à une contribution qui est jugée comme intelligible et/ou correcte
5. **Rejet** : est codé comme telle toute verbalisation qui constitue une réaction à une contribution qui est jugée comme inintelligible et/ou incorrecte
6. **Accord** : est codé comme telle toute verbalisation qui constitue un accord avec une contribution préalablement proposée
7. **Désaccord** : est codé comme telle toute verbalisation qui constitue un désaccord avec une contribution préalablement proposée

Ces 7 catégories ci-dessus permettent de classer les verbalisations selon leurs fonctions cognitives dans le processus de négociations du common ground. Au fur et à mesure de leur codage, les auteurs se sont rendu compte que, dans beaucoup de cas, ils ne parvenaient pas à trier toutes les verbalisations dans ces catégories et donc ont décidé d'en créer deux autres :

8. **Elaboration** : est codé comme telle toute verbalisation qui élabore une proposition soit en ajoutant des informations pour compléter la proposition, soit en résumant une contribution antérieure.
9. **Régulation de la tâche ou de la conversation** : est codé comme toute verbalisation qui régule la tâche de résolution de problème ou encore la conversation

Dans sa thèse Defays (2015) réutilise cette codification en la réadaptant et clarifiant les catégories qui se chevauchent. Elle organise les catégories en deux parties :

- La « *négociation du sens* » : Contribution, Elaboration, Vérification, Clarification, Compréhension (qui correspond à l'acceptation) et Incompréhension (qui correspond au rejet),
- La « *négociation de la position* » : Accord et désaccord.

Ainsi, elle ajoute une graduation supplémentaire en créant deux niveaux d'analyse. Son approche porte sur le common ground (équivalent au référentiel commun) qui sera soit considéré comme une construction du maintien du common ground par l'usage de certaines verbalisations soit comme une difficulté de son maintien. A cela, une autre catégorie est ajoutée pour les situations outillées : *la vérification de la correspondance des vues* (usage directe ou non de l'outil technologique partagé par les partenaires). Cette catégorie concerne l'étude de l'information commune et partagée par tous. Ce procédé de collaboration outillée est également analysé dans les expériences de Ben Rajeb (2013).

Comparaison des méthodes

D'après les remarques formulées par Darses et al. (2001), Beers et al. (2007), Gronier (2010), Defays (2015) et d'analyses personnelles, nous répertorions les principaux points forts et points faibles des méthodes présentées :

	COMET	MARTIN	Beers
+	- Objectivité du codage - Applicable à la co-conception - Deux niveaux d'analyse - Contribution de chaque acteurs (métiers) - Caractérise les structures de la communication - Analyse cognitive de résolution de problème	- Arborescence des points de vue par acteurs / confrontation - Mets en évidence les propositions non retenues ou largement débattues - Enjeux de la dynamique décisionnel clairement identifier - Contribution de chaque métier - Niveau fonctionnel détaillé - Applicable à la co-conception - Deux niveaux d'analyse	- Mise en avant du common ground - Points de vue du concepteur - Négociation du sens et de la position - Applicable à la co-conception
-	- Découpage en tour de parole - Difficulté d'interprétation des actes verbaux et de la classer - Coût temporel - Pas d'explication du lien entre 2 actions - Modalité verbale uniquement	- Découpage en tour de parole (non applicable au corpus global) - Coût temporel (fastidieuse) : Niveau fonctionnel complexe - Modalité verbale uniquement	- Nécessité d'explicitation du point de vue - Augmentation superficielle de la négociation - Ambiguïté des catégories - Découpage en tour de parole (non applicable au corpus global) - Modalité verbale uniquement - Coût temporel (fastidieuse)

Tableau 16 : Les aspects positifs et négatifs des grilles d'analyses.

En résumé, nous constatons des différences d'approches dans les grilles présentées avec notamment :

- La grille de COMET qui vise à évaluer la qualité du processus de conception en caractérisant la structure des conversations,
- La grille de Martin s'attache à la mise en évident des différents points de vue des acteurs,
- La grille de Beers cherche à déceler les indices de présence du commun ground.

La mise en parallèle de chacune des méthodes nous permet de constater certaines similitudes dans les catégories d'analyse et les spécificités de chacune d'entre elles, les liens seront analysés au §4.3.2 :

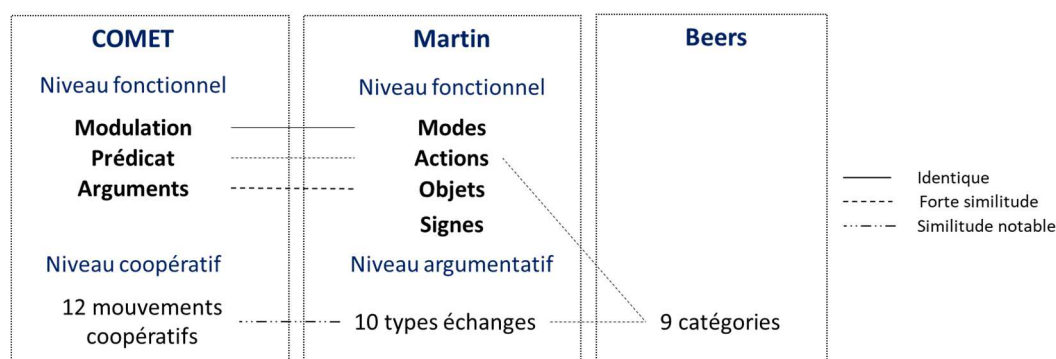


Figure 9 : Comparaison schématique de l'organisation des catégories des grilles d'analyse.

L'analyse des échanges verbaux peut s'effectuer à l'aide de grille d'encodage qui s'organisent au travers de différents critères. Nous notons que l'agencement en plusieurs niveau dans le niveau argumentatif de la grille de Martin s'accorde avec l'étude des prises de décisions en conception. Il est intéressant de constater que la version de Defays de la grille de Beers intègre une catégorie outillée. Plusieurs catégories des 3 grilles se répondent et s'accordent ce qui fera l'objet d'une étude par la suite pour définir notre grille d'analyse.

- **L'analyse de la modalité de communication gestuelle (non verbale)**

Dans le domaine de la conception, peu de travaux se sont portés sur l'analyse des gestes en situation collaborative de réunion mais d'avantage sur les modalités graphiques spécifiquement en architecture (Boujut, Darses & Guibert, 2006 ; Visser & Détienne, 2005). En ce qui concerne l'analyse gestuelle, Visser et Détienne (2005) l'ont associé à l'analyse graphique en utilisant la méthode COMET adaptée aux actions graphico-gestuelle. Plus récemment, Mayeur et al. (2011) dans le cadre de l'étude COCREA, se sont intéressés à la fréquence des gestes en réunion. Par ailleurs, Defays (2015) propose une étude spécifique des gestes de pointage.

- **Projet MOSAIC**

Dans le cadre du projet MOSAIC (Détienne & Traverso, 2003 ; Détienne, 2005), en conception architecturale, Visser, Détienne et Tabary (2006) appliquent une méthodologie de prise en compte des interactions graphico-gestuelle. Deux phases sont mises en place : la transcription du graphico-gestuelle puis l'analyse et l'interprétation. Nous nous focaliserons sur la méthodologie de la première. L'étude se restreint à l'analyse des gestes de la main outillée ou non par un outil de dessin (stylo, règle, etc.) (Visser & Détienne, 2005)

Pour décrire les gestes, les chercheurs créent un schéma d'analyse des actions comme dans la méthode COMET. Les gestes sont décomposés en « *structure Prédicat(argument) correspondant à une unité d'Action (objet). Chaque unité graphico-gestuelle constitue la description d'une action qu'un participant effectue, entre un moment T0 et T1, sur un objet plan, calque, etc.), dans une certaine zone de travail (PDT), à l'aide de la main ou d'un outil (notamment stylo).* » (Visser & Détienne, 2005). Les actions graphico-gestuelles sont répertoriées dans le tableau ci-dessous (extrait) ; elles peuvent être différenciées par des attributs spécifiques :

Action	Attribut 1	Attribut 2	Description
Pointage	Main/stylo	Zone_du_plan	Pointage d'Attr.2 à l'aide de main ou stylo Attr.1
Délimitation_3d	Main/stylo	Zone_du_plan	Désignation ou délimitation en 3d d'Attr.2 à l'aide Attr.1
Mouvement_3d	Main/stylo	/	Exécution d'un mouvement en 3d à l'aide Attr.1
Retournement	Plan/Calque	/	Action de retourner Attr.1
Ecriture_graph	Zone de calque	/	Dessin sur Attr.1
Ecriture_texte	Zone de calque	/	Ecriture sur Attr.1

Tableau 17 : Extrait des actions graphico-gestuelles et leurs attributs propres (Visser & Détienne, 2005).

A cela peuvent être ajoutés des attributs qui caractérisent toute l'action : « *heure de début et/ou l'heure de fin de l'action, la personne qui effectue l'action, si les actions se déroulent en parallèle ou s'enchaînent, si l'objet est rendu actif par une action envers lui et si des objets se trouvent dans la zone de plan pendant l'action* » (Visser & Détienne, 2005).

- **Etude COCREA**

L'étude COCREA (Mayeur & al., 2011) met en place une méthodologie d'étude de la modalité gestuelle pour une analyse statistique. Les chercheurs décomptent le total des gestes réalisés en réunion co-localisée puis à distance et les classés selon les différentes catégories décrites précédemment (cf. tableau 8). Ensuite, une analyse statistique des résultats est effectuée en les comparant dans les deux cas de plusieurs réunions.

- **Defays (2015)**

La proposition d'étude gestuelle de Defays (2015) porte essentiellement sur les gestes de pointage. Ceux-ci sont décrits comme fondamentaux dans l'activité de résolution de problème et de négociation du fait de leur caractère multimodal et leur aide à la compréhension (Defays, 2015).

Le codage s'effectue en différenciant les gestes de pointage avec la main ou appuyé par un porte mine ou un stylo numérique

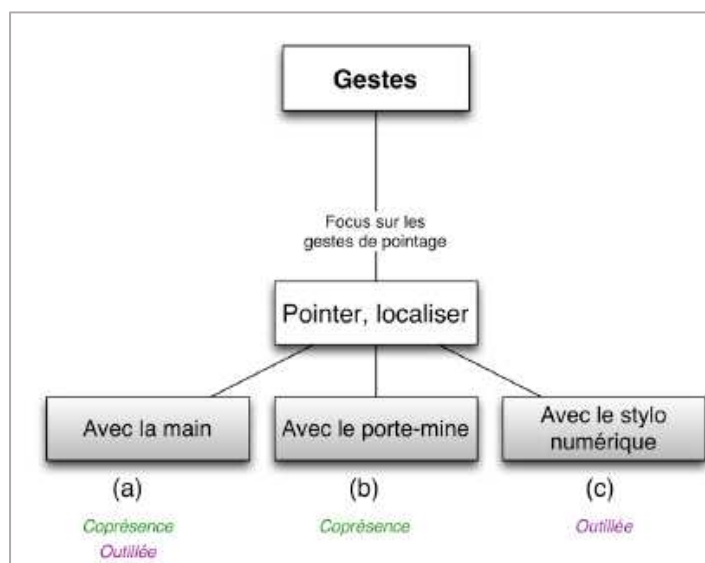


Figure 10 : Grille d'analyse de la modalité gestuelle (Defays, 2015, p.232).

Les gestes sont codés en termes de fréquence d'apparition, quelle personne réalise le geste et quel est l'objet pointé. Par ailleurs, les articulations gestuo-verbales et graphico-gestuelles font l'objet d'une analyse quant au séquençage des modalités, leurs fréquences d'apparition allant jusqu'à la combinaison des trois modalités. L'étude de la modalité gestuelle précise nécessite un système de reconnaissance des gestes (Defays, 2015).

- **L'articulation de l'analyse des deux modalités**

Les deux modalités de communications se complètent lors d'échange d'informations (Defays, 2015 ; Détienne & al., 2006 ; Visser & Détienne, 2005). Aussi, les méthodologies d'analyse des échanges verbaux et non verbaux peuvent-elles apporter des points de vue complémentaires quant à la compréhension des informations échangées en réunion de travail collaboratif. La modalité graphico-gestuelle aide à l'interprétation des échanges verbaux (Détienne & al., 2006).

L'articulation des gestes et de la parole peut être envisagée en considérant la composante temporelle et collective des réunions. Les deux modalités peuvent apparaître en décalage ou non dans le temps (cf. §2.4.2) et d'autre part, elles peuvent être réalisées par un même acteur ou des acteurs différents (Détienne & al., 2006 ; Visser & Détienne, 2005). Ainsi, l'articulation entre ces deux modalités peut être étudiée en combinant : la temporalité (intégrée (simultanée, chevauchement ou à la suite) / autonome), le sens (gesto-verbal, verbo-gestuel, etc.), l'acteur (même acteur ou deux différents) (Visser & Détienne, 2005 ; Visser, 2010 ; Détienne & al., 2006 ; Defays, 2015).

Comme évoqué précédemment, notre étude portera en partie sur l'analyse des **interactions gestuelles** entre les acteurs de type représentationnels. Ceux-ci seront analysés de manière statistique comme le propose Mayeur, en comptant la fréquence d'apparition notamment. De plus, nous attacherons une importance à identifier ce à quoi il se réfère ou ce qu'il représente.

Le geste peut dans certains aspects être rapproché des objets intermédiaires (notion développée au §2.5), supports des interactions entre acteurs.

2.5. Les objets intermédiaires collectifs

Nous avons pu voir que la communication s'exprime au travers de multiples dimensions : les modalités d'échange (décrites précédemment) et par le biais d'outils (téléphone, écran ordinateur, souris, stylos, etc.) (Bressole & al., 1998). Or la communication est décrite comme un support essentiel aux activités collectives et à leur bon déroulement (Gronier, 2010 ; Defays, 2015 ; Safin, 2011). C'est pourquoi, l'activité collective en conception de manière générale, comme la communication, a recours à l'utilisation d'instruments de partage « sans quoi elle ne pourrait pas exister » (Boujut, 2000). Les artefacts « matériels » ou « virtuels » prennent un rôle central dans les pratiques d'activités collectives en conception (Zacklad & al., 2003 ; Jeantet, 1998 ; Vinck, 2009 ; Falzon & Darses, 1996). Ils contribuent comme les communications verbales et non verbales au processus de coopération dans les activités collectives de conception à la création d'un référentiel commun mais également à la ponctuation du processus et son ordonnancement. Au sujet des objets dans la conception, nous focaliserons notre analyse sur les « *objets intermédiaires* » observés en conception dans les divers processus de coopération entre acteurs (Jeantet, 1998).

2.5.1. Concept des objets intermédiaires

- **Genèse du concept : Objets intermédiaires et objets frontières**

La notion « d'objets intermédiaires » est apparue dans un contexte particulier de la fin des années 1980 et a été reprise par de nombreux chercheurs dans divers domaines. Initialement, les notions d'objets frontières et d'objets intermédiaires apparaissent dans le domaine des sciences sociales au moment où les recherches prônent la prise en compte de la matérialité des éléments (corps, artefacts, etc.) (Vinck, 2009).

La notion d'objet intermédiaire prend sa source dans les recherches de sociologies des sciences qui portent également la notion d'objets frontières (Star & Griesemer, 1989). Les courants d'*interactionnisme symbolique* et de la théorie des *acteurs-réseaux* sont au cœur de ses recherches, Vinck (2009) les décrits ainsi :

« *L'interactionnisme symbolique est un courant de la microsociologie qui refuse les déterministes tant sociologiques que biologiques pour privilégier l'explications à partir de dynamiques d'interaction observables entre les individus. [...] Le sens des phénomènes résultent d'interprétations faites par les acteurs en situations [...] (interactions symboliques verbales ou non verbales).* » (Vinck, 2009, p.52)

« *La théorie des acteurs réseaux est un courant de la sociologie qui rend compte des constructions sociotechniques (énoncé de connaissances, innovations, dispositifs, acteur, etc.) en termes d'associations entre des entités hétérogènes (humaines ou non humaines) obtenues à l'issue d'une opération de traduction.* » (d'après les écrits de Callon (1986) cité par Vinck, 2009, p.52).

Dans les deux cas, les notions émergent de ces deux courants et, s'efforcent de rendre compte de la matérialité des choses que produisent et mobilisent les acteurs en situation. Toutefois, ces deux notions naissent dans des cadres de recherche différents (Vinck, 2009 ; Trompette & Vinck, 2009) :

- *Objet frontière* : apparaît lors d'expériences d'étude des interactions entre des groupes d'activité (sans cadre ni organisation propre appelés monde sociaux) autour d'un lieu spécifique comme un musée d'histoire naturelle. Cette notion est dotée d'un aspect plus conceptuel que la seconde, avec une libre interprétation du chercheur sur les mécanismes mis en œuvre dans ces groupes.
- *Objet intermédiaire* : apparaît au cours de réalisation d'enquêtes sur l'étude de 120 réseaux de coopération scientifiques dans le domaine de la santé pour un programme européen dans le but d'identifier les acteurs, caractériser les organisations, les coordinations et les conventions qui les lient. Cette notion ne rend pas compte du côté interprétatif de la première et est même dépourvue de concepts avant d'être théorisée par Vinck en 1992 et 1999.

Par le biais des travaux notamment de Vinck (2009), Trompette et Vinck (2009) sur l'analyse des notions d'objets frontières et d'objets intermédiaires, nous pouvons esquisser les points communs et les différences entre ces deux concepts.

Les deux notions s'accordent sur de nombreux points décrits dans le paragraphe suivant. La caractérisation des objets intermédiaires en recense une partie. Toutefois, si nous revenons au concept initial d'objet-frontière, Trompette et Vinck (2009) soulignent une « *dérive* » du sens de celui-ci au fil du temps et de l'utilisation de la notion dans les diverses disciplines (sociologie, gestion, sciences de l'éducation ingénierie de conception, etc.) nommé la « *descendance conceptuelle* ». La notion est parfois utilisée sans la dimension conceptuelle qui la caractérise et elle définit uniquement des « *genres* » d'artefacts ou d'objets qui sont employés à la frontière de deux mondes (Trompette & Vinck, 2009). Or, il est omis la charge conceptuelle de la difficulté de concilier ces deux mondes et de les faire coopérer et s'accorder sur des notions partiellement définies et avec des différences de points de vue. Elle définit « *la manière dont les acteurs établissent et maintiennent une cohérence entre les mondes sociaux en interaction, sans les uniformiser et sans qu'ils deviennent transparents l'un à l'égard de l'autre* » (Trompette & Vinck, 2009, p.9). Pour réussir cela, les acteurs emploient les objets-frontières dans leur négociation et leur recherche d'accord (Trompette & Vinck, 2009). Toutefois à la différence de la description d'un objet intermédiaire, plusieurs points de vue persistent dans la traduction (cf. §2.5.1 §Traduction) et la cohérence de celles-ci devient la clé du problème.

Les objets frontières prennent des formes multiples : ceux-ci peuvent être « *abstrait et concret, général et spécifique, conventionnel et adapté à l'utilisateur, matériel et conceptuel* » (Trompette & Vinck, 2009, p.8). De leur côté, les objets intermédiaires sont qualifiés « *d'hybrides* » (Jeantet, 1998 ; Vinck & Laureillard, 1996) faisant référence aux deux aspects desquels il est le support : les caractéristiques du produit final et support de communication entre les acteurs (Jeantet, 1998 ; El-Kechai & Choquet, 2006). Les deux notions sont polymorphes dans leurs représentations et émergent de plusieurs représentations.

Dans leur étude Vink et Laureillard (1996, p.6) présentent les objets frontières comme à l'interface de deux grandes temporalités du projet, « *le contrôle final et, en amont, la production de la pièce* », tandis que l'objet intermédiaire est perçu comme une unité « *au niveau local* » favorisant l'articulations entre acteurs et les opérations. Cette idée s'apparente à la vision qui caractérisent les objets intermédiaires comme des objets qui circulent tant à « *l'intérieur* » qu'à « *l'intersection* » des mondes, sans vouloir séparer ces deux visions. Aussi, la « *portée de l'objet intermédiaire* » ne réside pas dans l'articulation de ces deux mondes mais dans une caractéristique de « *médiation* » (cf. §2.5.1 §Médiation) (Trompette & Vinck, 2009, p.19).

« *Tous les objets intermédiaires ne sont pas des objets frontières* » (Vinck, 2009). Ces derniers ne présentent pas nécessairement les caractéristiques données par Star et Griesemer (1989). Bien que les notions soient décrites comme « *cousine* » et « *étroitement attachée voir confondue* » (Trompette & Vinck, 2009, p.19), les deux objets ne répondent parfois pas aux mêmes caractéristiques et se différencient au départ avant de tendre l'une vers l'autre (Vinck, 2009).

« *Toutefois dans certains cas, les objets intermédiaires contribuent à l'articulation entre deux mondes sociaux hétérogènes. Ils sont dit objets-frontière lorsque des éléments structurels (dans ou associés à l'objet ou à l'ensemble de d'objets) sont partiellement communs à plusieurs mondes sociaux* » (Vinck, 2009, p.65-66). Les objets intermédiaires peuvent alors devenir des objets frontières en acquérant certaines propriétés notamment par le travail d'équipement (Vinck, 2009). Ce dernier laisse entendre un rapprochement conceptuel entre les deux notions sur ce point « *de l'objet intermédiaire à l'objet frontière* ».

Une multitude de domaine ont utilisé ces deux notions en y apportant à chaque fois une réappropriation des concepts et de la définition (Trompette & Vinck, 2009). Au vu de la nuance subtile et parfois floue entre les deux concepts, certains chercheurs emploient d'autres terminologies pour exprimer une idée similaire : « *concept intermédiaire* » (Hubert & Teulier, 2008 ; Vinck, 2009), « *entités de coopérations* » (Jeantet, 1998) ou bien objets médiateurs (Safin, 2011) ou plus généralement pour ne pas faire référence aux concepts de l'un ou de l'autres les termes « *outils* » et « *artefacts* » sont utilisés.

En résumé, les courants et les auteurs majeurs qui ont contribué à la théorisation de la notion d'objet intermédiaire par Vinck sont repris schématiquement ci-dessous :

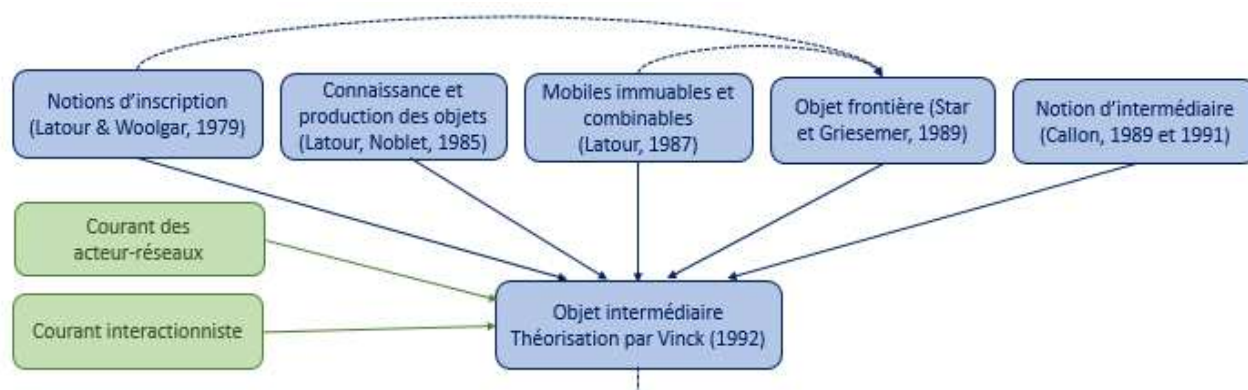


Figure 11 : Origines de la théorisation de la notion d'objet intermédiaires (Vinck, 1992).

A la suite de la théorisation de Vinck (1992) de nombreux chercheurs développent cette notion et l'utilise dans divers domaines et notamment celui de la conception.

Pour la suite de l'étude, nous choisissons d'employer le terme **d'objet intermédiaire** et la description des caractéristiques de celui-ci. La notion plus générale englobe le domaine d'étude de la réunion de coordination entre acteurs multidisciplinaire dans un même domaine.

• Caractérisation des objets intermédiaires en conception

Au cours des années 1990, une multitude de travaux dans divers domaines (conception mécanique, industrie, sociologie, etc.) fructifient les recherches et découvertes réalisées sur les objets intermédiaires en conception avec notamment la seconde théorisation de Vinck (1999) intitulé « *les objets intermédiaires dans les réseaux de coopération scientifiques* ». De nombreux chercheurs se sont interrogés sur cette question. Le schéma ci-dessous fait suite aux origines de la théorisation de Vinck (1992) (cf. figure 12).

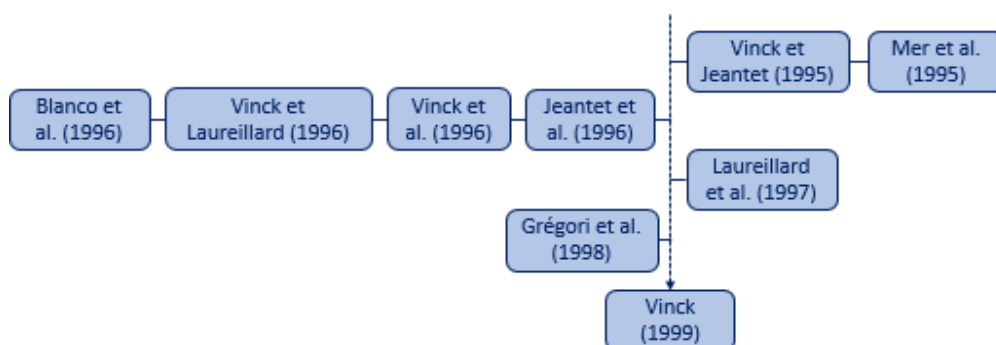


Figure 12 : Chronologies des travaux majeurs sur la notion d'objet intermédiaire entre 1992 et 1999 (Vinck, 1992).

La démarche mise en place par Jeantet (1998) a été d'observer la conception et les divers processus peu étudiés et connus. Les chercheurs ont constaté que l'activité des concepteurs se base principalement sur des objets. Effectivement, les « *concepteurs passent la majeure partie de leur temps à créer, manipuler, discuter, interpréter, évaluer transformer etc. des textes, des graphes, des calculs, des modèles informatiques des dessins, des maquettes, etc.* » (Jeantet, 1998, p. 293). A la suite de ce constat, ils décident d'appeler ces éléments des « *objets intermédiaires de la conception* » :

« *Il s'agit des objets produits ou utilisés au cours du processus de conception, traces et supports de l'action de concevoir, en relation avec outils, procédures, et acteurs. Son contenu empirique peut rester flou et n'être déterminé qu'au cas par cas selon ce qui se présente sur chaque terrain* » (Jeantet, 1998, p. 293).

Par la suite, nous synthétiserons les caractéristiques majeures qui structurent la notion d'objets intermédiaires en conception de manière non exhaustive.

De concert, les études de différents chercheurs notamment Mer, Jeantet & Tiechkiewitch (1995), Jeantet (1998), Vinck (2009) Vinck & Laureillard (1996) présentent les caractéristiques du concept d'objet intermédiaire qui se traduisent par les trois registres suivants : « *traduction, médiation et représentation* ». Carlille (2002 et 2004 cité par Trompette & Vinck, 2009) les utilisent également pour la définition d'objets frontières avec des déclinaisons similaires (traduction, transformation et transfert).

○ *Traduction*

Le phénomène de *traduction* est visible dans le concept d'objet intermédiaire puisqu'il s'attache en premier lieu à *traduire* l'expression du besoin à la définition des caractéristiques de l'objet futur. En passant par différentes phases, soulignant différents états d'avancement, l'objet intermédiaire se caractérise avec les spécifications de l'objet final. Par exemple, nous notons une traduction des besoins du client dans la création du cahier des charges fonctionnelles qui la concrétise (Jeantet, 1998) ou bien la fiche d'instruction technique qui est vue comme une traduction du cahier des charges fonctionnelles du clients (Mer & al., 1995). Cette étape vise à remplir l'écart entre l'idée et le produit (Vinck & Laureillard, 1996 ; Jeantet, 1998).

Le processus de traduction n'est pas aussi linéaire qu'il ne paraît, car il est parfois assez délicat à repérer. Par exemple :

Lettres -> chiffres et calculs -> dessins

Ce processus n'est pas linéaire dans la réalité mais connaît des boucles d'itérations globales et au sein de chaque étape. A chaque fois le produit se définit un peu plus par les différents points de vue et contraintes apportées par les différents acteurs. Cependant, cette matérialisation introduit une transformation également de l'objet par rapport aux intentions initiales. Le produit change mais pas de manière drastique (Jeantet, 1998). La transformation qui se réalise non totalement transparente n'est ni volontaire ni contrôlée (Vinck, 2009). La traduction peut marquer visiblement le passage d'un métier à un autre, d'un référentiel à un autre ou encore d'une modalité de représentation à une autre sur l'objet intermédiaire (Mer & al., 1995). La traduction est marquée par la complémentarité autant que la temporalité d'intervention des acteurs hétérogènes qui contribuent à la logique du processus et la création d'une multitude d'outils (Jeantet, 1998).

○ *Médiation*

Comme évoqué dans la traduction, le concepteur combine des logiques hétérogènes avec des objets variés. L'objet intermédiaire est perçu comme un objet médiateur d'un point de vue temporel puisqu'il fixe dans le temps à un instant donné une image de l'objet servant de base de travail à l'étape suivante (Jeantet, 1998). Il rythme en quelque sorte le processus avec la création d'innombrables versions. Peu d'objets intermédiaires coexistent, un est créé pour remplacer le précédent. Pour certains d'entre eux, ils notent le basculement dans une autre phase avec une perception de rupture avec ce qui précède. Ils deviennent alors des marqueurs temporels (Vinck, 2009). Ces derniers sont qualifiés d'objets frontières ou carrefours dans ce cadre précis chez Vinck & Laureillard (1996).

D'autre part, ces objets intermédiaires soulignent l'emploi d'un « *langage commun* » aux différents acteurs favorisant l'intercompréhension entre les services (Jeantet, 1998). Vinck (2009, p. 59) note que ces créations temporaires supportent la confrontation de points de vue en facilitant la venue de « *solutions* », de prises de décisions ou de « *rapprochement entre des aspects autrement dissociés* » ; ils interagissent donc avec les acteurs en présence. Aussi, les objets intermédiaires ont pour « *vocation à constituer des espaces de coordination* » qui conjuguent la diffusion des états du produit avec la recherche d'accord entre les collaborateurs (Jeantet, 1998, p. 307).

Nous constatons alors une médiation dans la matérialisation du produit dans le temps qui n'est pas contrôlée par les acteurs et une médiation dans les idées de chaque acteur et leurs expressions dans l'objet. L'objet intermédiaire peut être qualifié de « *commissionnaire/médiateur* » et « *ouvert/fermé* ». Ces caractéristiques apportent des nuances à la médiation (Vinck, 2009). Au travers des deux axes ci-dessous, l'objet intermédiaire est qualifié (Mer & al., 1995 ; Jeantet, Tiger, Vinck & Tichkiewitch, 1996 ; Bassereau, Pello, Faucheu & Delafosse, 2015) :

- D'*objet commissionnaire* quand celui-ci transmet une idée fidèlement, sur laquelle il n'agit pas.
- D'*objet médiateur* quand il modifie l'idée ou l'intention initiale.

objet commissionnaire <-----> objet médiateur

- D'*objet ouvert* quand le concepteur n'est pas ou peu contraint, la marge de manœuvre est grande.
- D'*objet fermé* quand l'utilisateur tend à diminuer la marge de manœuvre.

Objet ouvert <-----> Objet fermé

Il n'existe pas d'objet complètement médiateur ni complètement commissionnaire mais des nuances plus ou moins prononcées de chaque. Par ailleurs, un objet ouvert peut être un « *brouillon* » alors d'un objet fermé sera une représentation très codifiée comme un « *plan de fabrication* ». Ces axes ont pour but de faciliter la communication entre les acteurs et les échanges, aussi un objet ouvert favorisera d'avantage l'intégration des différentes opinions alors qu'un objet fermé ne permet plus d'agir dessus. Les variations de positions sur l'axe varient selon les phases et le stade d'avancement du projet comme l'illustre Midler (1993) (cité par Jeantet, 1998, p. 308) :

*« Au début de la conception on peut tout faire mais on ne connaît rien,
à la fin on connaît tout mais on ne peut plus rien faire »*

○ Représentation

Les objets intermédiaires peuvent être représentés sous une multitude de dimensions qui projettent une image ou un aperçu d'un produit final qui n'existe pas encore (Jeantet, 1998, Vinck et Laureillard, 1996 ; Mers & al., 1995). Ils représentent une double signification temporelle : c'est à la fois le fruit des processus et du travail accompli en amont mais également les projections et anticipations de l'objet en aval (Vink, 2009 ; Jeantet, 1998). De plus, la représentation prend en compte le contexte dans lequel ces objets ont été pensé, créé et façonné ce qui a défini également l'usage et le sens futur de celui-ci. (Jeantet, 1998 ; Mer & al., 1995).

La représentation en elle-même concrétise le travail réalisé en amont et la trace que va laisser chacun des acteurs ayant contribué à la fabrication de l'objet. Il porte ainsi les intentions même transformées par la traduction du concepteur et les interventions des acteurs par la suite où la médiation a favorisé la cohérence des contraintes et avis de chacun des métiers (Vinck, 2009). Ce dernier est décrit comme le « *porte-parole* » de ses concepteurs même si la représentation finale s'est écartée de l'esquisse initiale (Mer & al., 1995).

○ Synthèse

Les objets intermédiaires sont qualifiés « d'hybrides » puisqu'ils sont à la fois des vecteurs de coopérations et une représentation de la matière (Mer & al., 1995 ; Vinck & Laureillard, 1996, Vinck et laureillard, Jeantet & al., 1996 ; Jeantet, 1998). Sous leurs différentes représentations à différentes phases du projet, ils définissent une multitude de processus (Vinck & Laureillard, 1996) :

- La *représentation rétrospective* : porte-parole de leurs concepteurs et leurs intentions,
- La *représentation prospective* : projection d'un objet qui n'existe pas encore,
- La *commission* : conservation transparente d'intentions initiales
- La *médiation* : transformation d'intentions initiales
- La *prescription* : volonté d'imposer les choix et décisions aux utilisateurs
- La *facilitation des interactions, des confrontations et des interprétations* qui favorise la naissance de compromis et d'accords.

2.5.2. Exemples d'objets intermédiaires en conception

Les chercheurs cités précédemment évoquent chacun des exemples d'objets intermédiaires utiles à leur recherches et présent dans leurs expériences. Nous chercherons à imaginer les objets intermédiaires qui interviennent dans le cadre de la conception architectural puis nous nous focaliserons sur un en particulier : la maquette numérique.

- **Exemples d'objets intermédiaires architecturaux**

Dans la littérature, de nombreux objets intermédiaires sont évoqués en conception également présents dans le domaine de l'architecture : des dessins, plan, maquettes en carton, des prototypes, des listings, des copies d'écran, des outils (stylo, feuille, etc.), texte, schémas, brouillons, maquette numérique, etc. (Jeantet, 1998 ; Vinck & Laureillard, 1996 ; Mer & al., 1995 ; Levan, 2016). Certaines catégories sont perceptibles tels que les objets physiques, les documents textuels, les graphiques, les annotations, objets virtuels (sur support numériques), etc. Paavola et Miettinen (2018), Tory, Staub-French, Barry et Wu (2008) évoque la forme de l'information qui peut être classé selon les deux couples (2D/3D) et (physique/virtuel). Ces derniers dépendront fortement du support de l'information (support numérique ou physique).

La multitude d'objets utilisées en conception architecturale répond aux caractéristiques évoquées ci-avant dans la synthèse des caractéristiques des OIC §2.5.1 (représentation rétrospective, prospective, etc. Les représentations de l'objet architectural jouent un rôle central dans l'activité de conception collaborative (Safin, 2011). De plus, elles remplissent les différents rôles décrits précédemment quand elles sont utilisées comme des objets intermédiaires.

Par exemple, les plans et esquisses sont des représentations architecturales qui vont transformer la demande du client pour concevoir l'objet. Au cours du processus de conception ces éléments sont enrichis par les contraintes, les spécifications et les prises de décisions des concepteurs (Safin, 2011 ; Jeantet, 1998 ; Vinck, 2009). Le niveau de détails se précise au fur et à mesure de l'avancement du projet. Ensuite, ces objets intermédiaires sont des représentations utilisées par les acteurs de projet pour se comprendre ; ils ont pour objectifs de transmettre l'information au sein du groupe (Jeantet, 1998). De plus, ces outils vont concrétiser la prise de décisions puisqu'il en porte « *les traces dans leur élaboration* » (Détienne & al., 2006 ; Traverso & Visser, 2009 ; Falzon & Darses, 1996). Enfin, ces objets de la conception constituent un support à la collaboration (Safin, 2011 ; Vinck, 2009). Ils favorisent les échanges et la coopération entre les acteurs et permettent une synchronisation opératoire et cognitive de ces derniers (Safin, 2011, Falzon & Darses, 1996). D'une part, des artefacts tels que des documents textuels ou graphique organisationnel (protocole, workflow, schéma, etc.) vont structurer la coordination des tâches dans le projet. Elle peut aussi être prise en charge par des fonctionnalités des outils comme plusieurs niveaux sur un plan permet d'organiser le travail ou des calques sur des logiciels de modélisation (Safin, 2011). D'autre part, les objets intermédiaires contribuent à construire un socle de connaissances communes à tous les acteurs. Effectivement, si les acteurs sont en présence ou utilisent les mêmes objets intermédiaires, l'intercompréhension entre les divers métiers s'effectue plus simplement (Jeantet, 1998). Les objets intermédiaires « *véhiculent une représentation commune transitoire* » qui illustre le travail de la coopération à ce stade du projet (Falzon & Darses, 1996).

- **Cas d'étude d'analyse des d'objets intermédiaires en conception**

Des études se sont penchées sur la thématique des objets intermédiaires au sein d'activité collaborative de conception pour différents objectifs. De nombreuses études s'intéressent à l'analyse des objets intermédiaires pour comprendre les besoins et définir le cahier des charges d'application, de programme, etc. d'aide à la décision ou d'assistance par ordinateur.

Par exemple, le projet LEA (El-kechai, & Choquet, 2006, p. 27) mené dans un cadre pédagogique pour identifier les « *stratégies mises en œuvre par des concepteurs dans un contexte collectif lors de la conception de scénarios pédagogique* ». Il fait l'objet d'une étude pour la conception d'un Livret Electronique d'Apprentissage faisant appel à l'expertise des EIAH (Environnements Informatique d'Apprentissages Humain) (Cottier, 2010).

- **La maquette numérique**

Au vu du contexte particulier d'étude de la réunion de coordination autour de la maquette numérique, les objets intermédiaires utilisés dans ce contexte collaboratif avec des équipes de projet seront qualifiés de « *collectifs* », soit les OIC (**Objets Intermédiaires Collectifs**). Ils constituent une interface commune à divers acteurs en même temps et font sens pour chacun d'entre eux. Ils représentent un support à l'activité collective pour les interactions, les actions de coopération, etc. entre les acteurs qui le conçoivent ensemble de manière collective.

Jeantet (1998, p. 313) avait envisagé des objets intermédiaires qui ne serait plus restreint à leur côté géométrique mais qui participerait à la « *dynamique l'action de conception et de coopération entre les acteurs* » : les « *entités de coopérations* ». Les maquettes numériques sont perçues comme un nouveau type d'objet intermédiaire qui apporte une vue objective du travail, Paavola et Miettinen (2018) les appellent les « *co-developped intermediary object* ». Elles ont la particularité d'offrir une utilisation polyvalente aux concepteurs en étant concrètes et modifiables à la fois (Paavola & Miettinen, 2018)

Dans le cadre de notre étude, un des OIC les plus utilisés est la maquette numérique. Cette dernière est considérée comme un objet intermédiaire et/ou frontière par de nombreux auteurs (Botton, Forgues & Halin, 2017 ; Lee & Borrmann, 2020 ; Paavola & Miettinen, 2018 ; Paavola & Miettinen, 2018 ; Cristia, Zilio & Guéna, 2018 ; Vinck, 2009). Effectivement, elle rassemble un grand nombre de caractéristiques propres aux objets intermédiaires décrits ci-dessus et peut même être qualifié d'OIC. Dans le cadre de la réunion de coordination, les acteurs de projet utilisent la maquette numérique comme un des objets d'échange de l'information sur le projet et de support de celle-ci (Rahhal, à paraître). Ces dernières dominent les discussions en réunions de coordination ainsi que la résolution de problème (la détection de clashes principalement). Dans les réunions en co-présence, ces dernières régulent et gèrent les interactions entre acteurs (Paavola & Miettinen, 2018).

Une maquette numérique BIM (communément appelée maquette numérique) est une modélisation 3D dans laquelle des informations sont ajoutées (cf. §2.3). Elle recense les informations des différents corps de métiers travaillant sur le projet (Celnik & Lebègue, 2015 ; Martin, 2018). De plus, ce modèle abrite les caractéristiques géométriques du projet comme dans les logiciels de CAO mais surtout il collecte « l'information utile » à la gestion de projet avec de multiples acteurs et domaines (Botton & Kubicki, 2014). Serge Perez (Celnik & Lebègue, 2015) explique que pour représenter la structuration de la maquette, « *il ne s'agit plus de représenter uniquement le produit final, mais bien de traduire l'acte de construction lui-même. La maquette doit donc être structurée dès le début comme une représentation intégrant les éléments techniques de construction afin d'aboutir à une séquence de construction virtuelle* ». Elle constitue un référentiel commun et unique pour les acteurs du projet afin de réaliser l'ensemble des tâches attendues avec (Kensek, 2015) pour les usages considérés comme quasi infini par le CSTC (2017) dont quelques-uns sont répertoriés dans le §2.3.

Lors de la conception de la maquette numérique, chaque corps d'état procède à la conception de maquettes « métiers » qui sont par la suite regroupées en une « maquette unique » (Rahhal, à paraître). Ensuite chaque maquette « métier » peut être extraite de la maquette globale pour continuer l'exploitation (cf. figure 13). Elle permet donc de visualiser les connaissances métiers en un seul et même modèle ponctuellement pour se coordonner sur le projet (Martin, 2018).

L'image ci-dessous illustre les phases par lesquelles la maquette numérique est construite, intègre de l'information, est modifiée, etc. Chacun des métiers alimente sa maquette « métier » en données géométriques, matériaux, propriétés, etc. Ensuite, ces dernières sont assemblées pour former une maquette unique ou globale et procéder par exemple à des réunions de coordination (aussi appelé réunion de synthèse) pour communiquer et collaborer sur les différents aspects du projet (Rahhal, à paraître ; Tahrani, Botton & Forgues, 2015). Par exemple, le coordinateur du projet peut procéder à la détection de conflits entre les maquettes « métiers » (Rahhal, à paraître) et vérifier leur conformité vis-à-vis des règlements, normes, etc. (cf. figure 13). Enfin, une fois les modèles aboutis et les informations implémentées, les maquettes « métiers » peuvent être exploitées par d'autres acteurs dans la suite du projet.

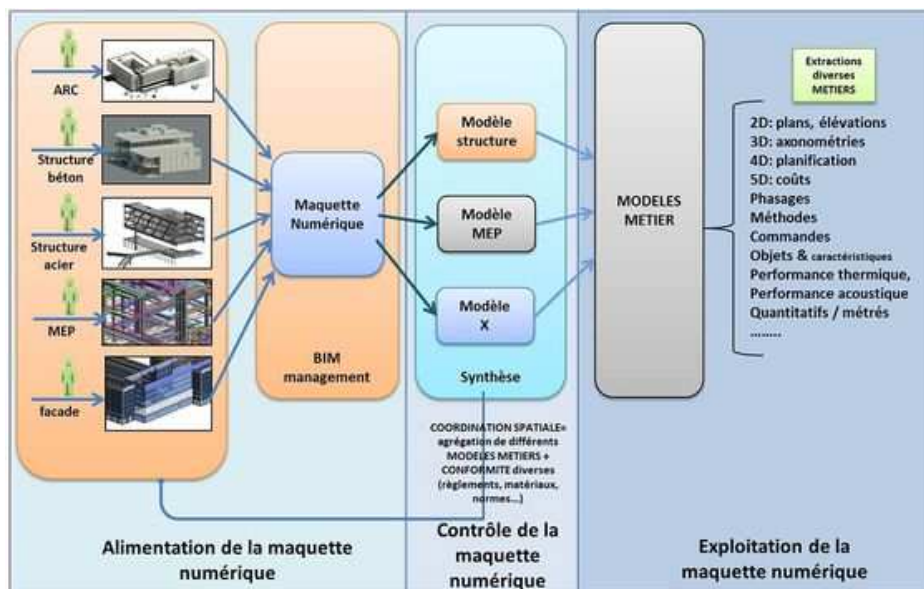


Figure 13 : Schéma expliquant les phases de la maquette numérique (Celnik & Lebègue, 2015, p.261).

Aussi, le projet modélisé par la maquette numérique globale peut être représenté sous de multiples aspects offrant une vision partielle mais orientées sur un point précis ou un domaine d'étude. En effet, les données exploitées de la maquette numérique du schéma ci-dessus prennent de multiples formes de représentations du projet telles que des plans, des vues, des coupes, etc. La maquette numérique peut également être visionnée par le biais de *viewers* qui renvoient une partie de l'information de celle-ci (visualisation géométrique, visualisation que d'un seul type d'éléments comme les murs, etc.).

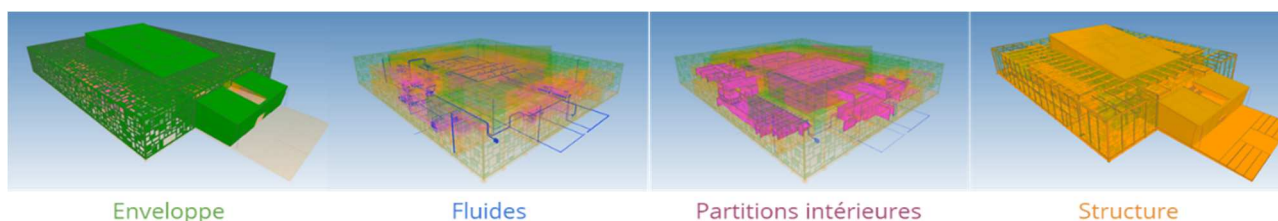


Figure 14 : Visualisation sur BIMCollaeb de la géométrie de maquettes métiers d'un projet de salle de spectacle (Projet SDC, 2019).

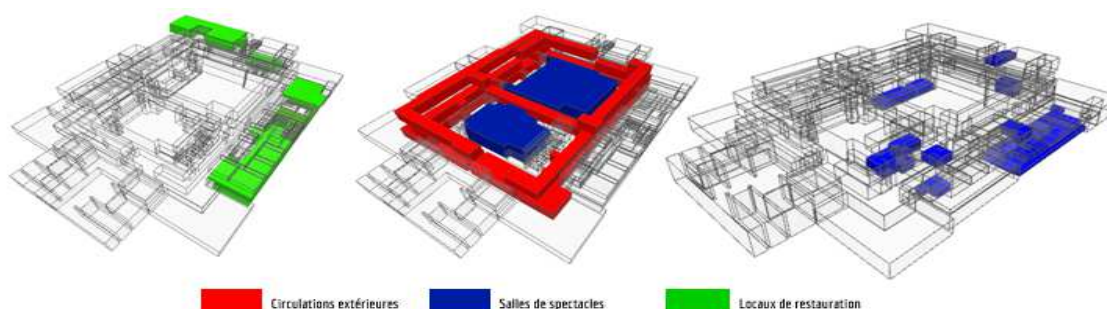


Figure 15 : Visualisation de locaux spécifique au facility management d'un projet de salle de spectacle (Projet SDC, 2019).

Les objets intermédiaires collectifs feront l'objet d'une analyse particulière. En tant que support à la communication des acteurs, les objets intermédiaires s'inscrivent comme un vecteur d'étude des échanges en réunion. Ceux-ci seront analysés dans la grille d'analyse des réunions de coordination. Nous distinguerons les différents objets intermédiaires collectifs de ce contexte en portant une attention plus fine sur la maquette numérique.

L'ensemble des caractéristiques des objets intermédiaires offre une compréhension de la notion et des impacts qu'ils peuvent avoir sur les processus de conception. Nous porterons une attention particulière sur la manière dont ils améliorent la coordination entre les acteurs (échanges, compromis, prise de décisions, etc.) et le lien indissociable avec les actions et les échanges qu'ils entretiennent (Vinck, 2009).

2.6. Synthèse de l'état de l'art

Résumé des concepts étudiés

Le champ d'étude choisi pour l'analyse des échanges entre acteurs se positionne dans le domaine de la conception collaborative. De nombreuses activités collectives s'y établissent autour d'un objectif commun unissant les concepteurs qui réalisent des tâches interdépendantes pour atteindre leur but. Les activités collectives s'expriment sous différentes formes notamment au travers des trois axes de la coopération, la communication et la coordination (paradigme des « 3C »). Dans le cadre de notre étude, nous nous focalisons sur le contexte précis de la réunion de coordination. La réunion de coordination se positionne comme suit par rapport aux concepts évoqués de Johansen (1989), Grudin (1994), Gronier (2019), Ben Rajeb et Leclercq (2015b) et Celnik et Lebègue (2015) dont les schémas ci-dessous s'inspirent (cf. figure 16) :

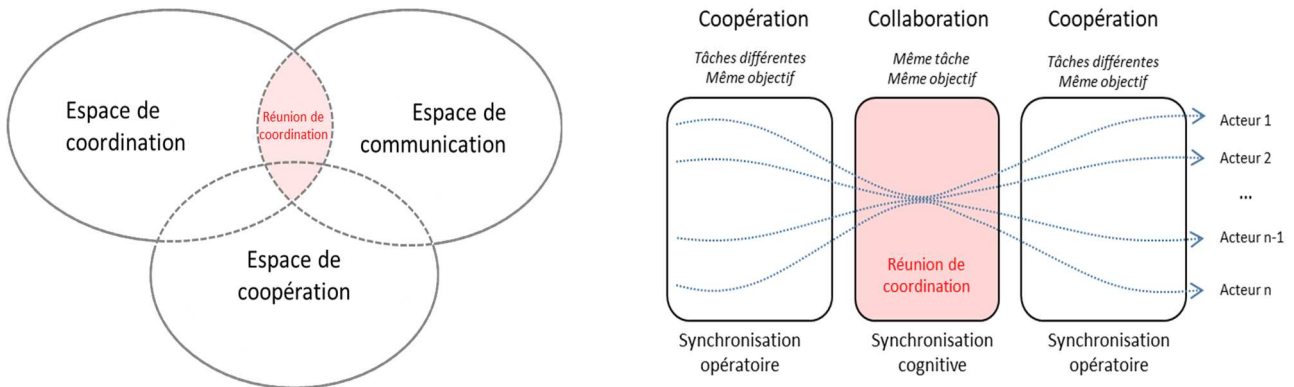


Figure 16 : Positionnement de la réunion de coordination au sein des concepts d'activités collectives.

Toutefois, ces conceptualisations idéales qui caractérisent les activités collectives en conception, sont influencées par les évolutions récentes dans ce domaine : la distanciation géographique et la conception par projet. C'est pourquoi, les outils informatiques déjà implantés depuis plusieurs années se réinventent pour répondre à de nouveaux besoins.

De plus, des méthodes offrant la possibilité d'allier la collaboration, la gestion de projet et la conception des projets prennent le pas et se développent sous les modalités de l'approche BIM. Cette dernière, en favorisant la coordination pluridisciplinaire, se profile comme un levier novateur pour répondre à la complexité des projets, aux attentes des clients et à de nouvelles contraintes. De surcroît, elle favorise la communication entre les acteurs de projet, notamment en réunion. Lors de réunions de coordination, les différents corps d'état se regroupent pour s'informer, prendre des décisions communes, négocier et faire des compromis sur l'avancée du projet. Ils sont appelés à employer les diverses modalités de communications pour échanger comme la modalité verbale lors des discussions ou encore la modalité gestuelle pour appuyer ou non leur propos par exemple (cf. figure 17).

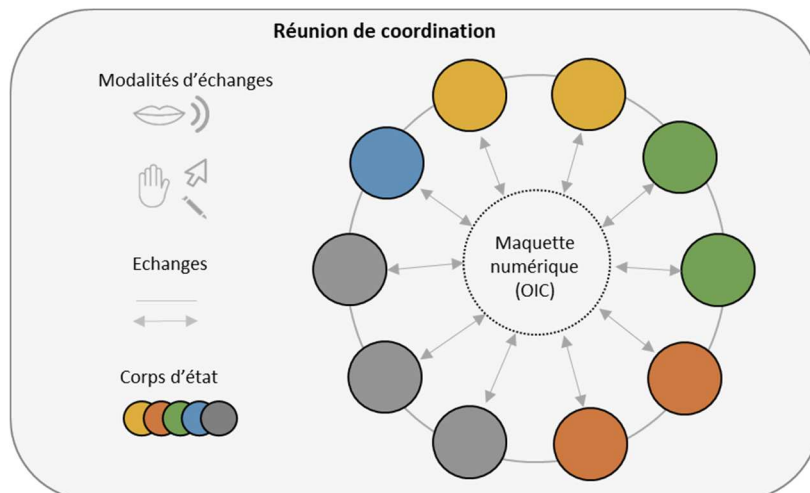


Figure 17 : Positionnement de la réunion de coordination au sein des concepts d'activités collectives.

Par ailleurs, dans le but de transmettre leurs idées et intentions, ils emploient des objets intermédiaires collectifs qui se distinguent par leurs représentations 2D, 3D, physiques ou virtuelles. Ces artefacts offrent la possibilité de visualiser une version à un instant T du projet faisant la synthèse du travail déjà parcouru et des attentes futures. Ceux-ci rassemblent la contribution de chaque corps d'état et des compromis qui ont laissé une trace dans la conception.

Un exemple probant de cette union des compétences au sein d'une représentation unique est la maquette numérique. Elle est particulièrement employée pour la détection de conflits, les « *clashes* », entre les maquettes dites « métiers » et pour la visualisation de l'état d'avancement du projet en réunions de coordination. Elle constitue un des supports d'échanges propices à la confrontation de points de vue et la prise de décisions collectives.

Constats et sujets d'études

Afin d'analyser les échanges des acteurs présents lors d'une réunion de coordination, il apparaît nécessaire de focaliser l'étude tant sur les modalités d'échanges que sur la maquette numérique d'après le résumé ci-avant. Les concepts relevés dans l'état de l'art s'organisent autour de diverses problématiques d'études possibles. Le schéma ci-dessous récence les concepts phares pour la suite de notre étude et le point de vue adopté pour la suite (cf. figure 18) :

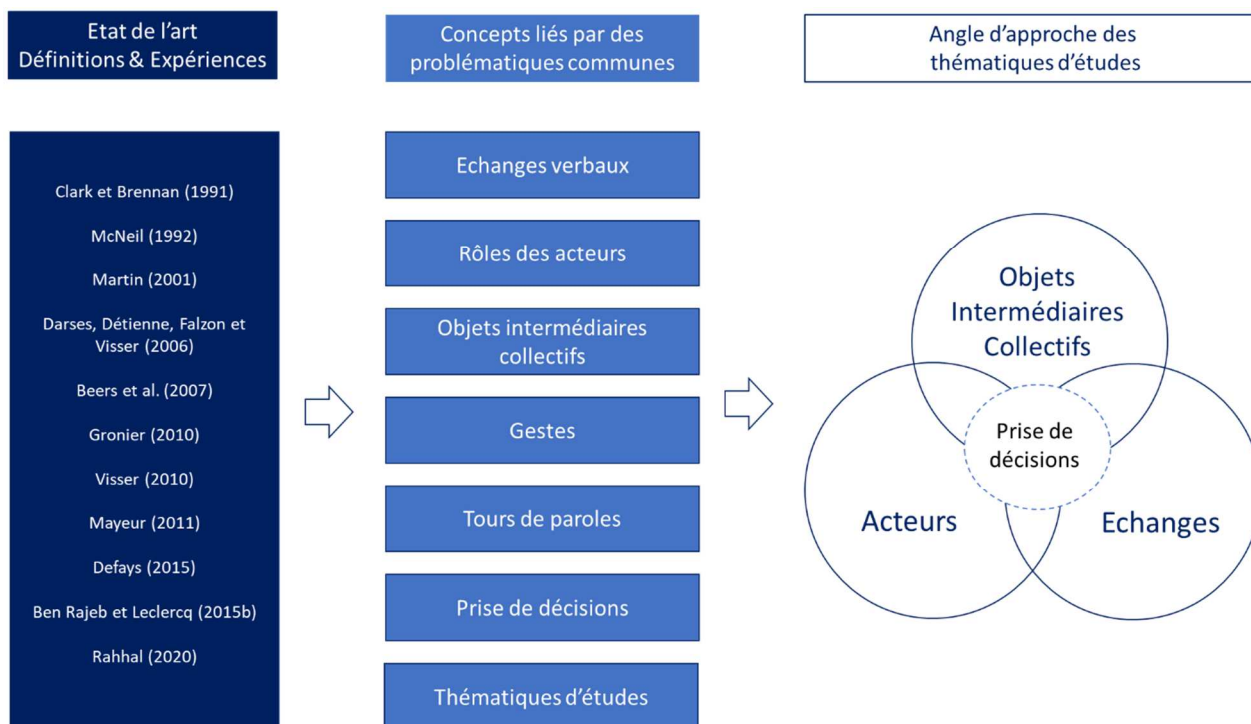


Figure 18 : De l'état de l'art à l'esquisse d'une problématique.

Grâce aux écrits de nombreux chercheurs (1^{ère} colonne à gauche), nous avons appréhendé différents aspects liés aux thématiques d'études autour de la prise de décisions lors d'échanges en réunion de travail d'un groupe de projets. Ceux-ci offrent de nombreux angles d'approches sur la manière dont les acteurs aboutissent à une prise de décisions dans un contexte multidisciplinaire, outillés, d'organisation en présence ou à distance. Effectivement, au regard de la complexité du contexte de projets dans le domaine de la construction actuelle, il semble intéressant de s'interroger sur le schéma de la prise de décisions lors de projet. De plus, la recherche et l'étude de facteurs influençant cette prise de décisions apparaît comme primordiale pour identifier le processus décisionnel. Dans l'état de l'art, des facteurs potentiels sont mis en valeur tels que les objets intermédiaires collectifs, le rôle des acteurs et les échanges entre ces deux par le biais des communications et des interactions.

Introduction

Etat de l'art

PROBLEMATIQUE & QUESTIONS DE RECHERCHE

Méthodologie

Résultats

Discussions

Conclusion

Références

Chapitre 3 : Problématique et questions de recherche

Esquisse d'une problématique d'étude

Les activités collectives en architecture se caractérisent par leurs complexités, des exigences pointues et, un nombre grandissant de tâches à réaliser et d'acteurs impliqués dans le projet. Pour répondre à ces enjeux, nous avons constaté que plusieurs études se sont penchées sur les questions des mécanismes déployés lors de la conception et ont initié des solutions pour améliorer les dynamiques existantes (Outils d'aide à la conception par exemple).

Le trio « *communication, coopération et collaboration* » souligne le rôle primordial des **échanges et des interactions** entre les acteurs au sein du projet. Aussi, l'étude des communications se révèle être un angle d'approche pertinent pour mettre en lumière les interactions entre les **acteurs** collaborateurs. De nombreux chercheurs se sont attardés sur les modalités de communication verbales en étudiant les dialogues des acteurs en action (Chiocchio & Forgues, 2008). Peu d'études traitent des autres modalités de communication telles que les échanges graphico-gestuels (Visser, 2010).

Par ailleurs, les objets mis en jeu dans le processus de conception architecturale acquièrent un rôle majeur au sein des échanges entre concepteurs. Ces artefacts parfois nommés **objets intermédiaires collectifs** soutiennent indirectement la communication en facilitant le processus de négociation au sein d'un projet (Darses, 2006). Par exemple, ils ont fait l'objet d'analyses pour concevoir des instruments d'apprentissage médiatisés (Cottier, 2010). Dans le contexte d'une réunion de coordination, l'objet intermédiaire phare est la maquette numérique puisqu'elle regroupe les divers travaux des corps d'état, et, est étudiée dans les moindres détails pour faire évoluer le projet final qu'elle représente.

Les concepts clés mis en valeur précédemment gravitent autour de la notion de prise de décisions en réunion et agissent différemment pour aboutir à celle-ci (flèches ondulées). Toutefois, il nous paraît intéressant de combiner ces trois aspects afin de comprendre comment ensemble, par deux ou seul, ils permettent d'aboutir à la prise de décisions grâce aux différentes modalités de communication. Effectivement, la problématique d'analyse de la prise de décisions au sein de groupe est fréquemment étudiée et ce notamment en conception afin de comprendre le processus de création et les instants de basculements vers un stade irréversible.

Dans notre cas d'étude, nous proposons un angle d'approche particulier en combinant l'étude des échanges (verbalisations) entre acteurs et celle des échanges (interactions) avec les objets intermédiaires collectifs (OIC) dans l'objectif d'une prise de décisions finale. Celle-ci se réalise dans un contexte de conception « avancée » où les acteurs ne sont plus dans la création pure mais dans la modélisation du projet.

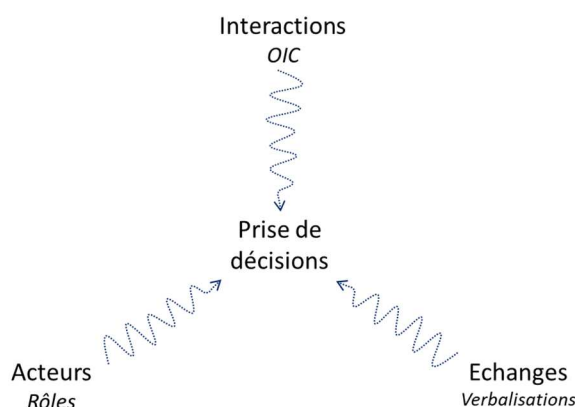


Figure 19 : Concepts clés conduisant à la prise de décisions en réunions de coordination.

Formulation de questions de recherche

Comme illustrée ci-dessus, une problématique d'étude émerge autour des différents aspects pouvant conduire à la prise de décisions en réunions de coordination. Les activités collectives dans ce contexte sont animées par des recherches de compromis pour aboutir à une solution finale. Les échanges entre les « acteurs-acteurs » ou « acteurs-OIC » vont se répéter de manière itérative pour l'ensemble des sujets à traiter au cours de la réunion.

Trois axes d'études potentiels se dessinent : l'analyse des modalités de communication, l'analyse des spécificités des acteurs et celle des objets intermédiaires collectifs. Nous pouvons alors nous interroger sur le rôle de ces leviers d'actions comme vecteurs de prises de décisions en réunions. Ainsi, nous formulons notre question de recherche :

QR : Quelle est la contribution de la maquette numérique lors des échanges en réunions de coordination pour la prise de décisions ?

La maquette numérique, présente dans les réunions de coordination, retient notre attention. En effet, celle-ci est impliquée dans les échanges entre les acteurs qui les conduisent à la prise de décisions. Cela sous-entend que nous nous intéressons en premier aux échanges entre acteurs de manière générale afin de connaître leurs caractéristiques. Ensuite, nous pouvons également nous demander si ces objets sont liés à la discipline de l'acteur qui s'investit dans l'échange. Enfin, nous observons si les objets intermédiaires collectifs (OIC) (comme la maquette numérique) endossent un rôle particulier dans ce jeu de discussions. Les réflexions précédentes peuvent se traduire en sous-questions de recherche, à savoir :

- *QR1 : Quels types d'échanges entre acteurs sont observés en réunions de coordination, en particulier ceux qui conduisent à la prise de décisions ?*
- *QR2 : Quels types d'objets intermédiaires collectifs sont utilisés par les acteurs en réunions de coordination ?*
- *QR3 : Quels est l'usage des objets intermédiaires collectifs lors des échanges en réunions de coordination ?*

Les sous-questions de recherche viennent aborder les différents concepts clés qui s'agencent autour de la prise de décisions, elles abordent une voire plusieurs concepts et restent influencées par les autres implicitement.

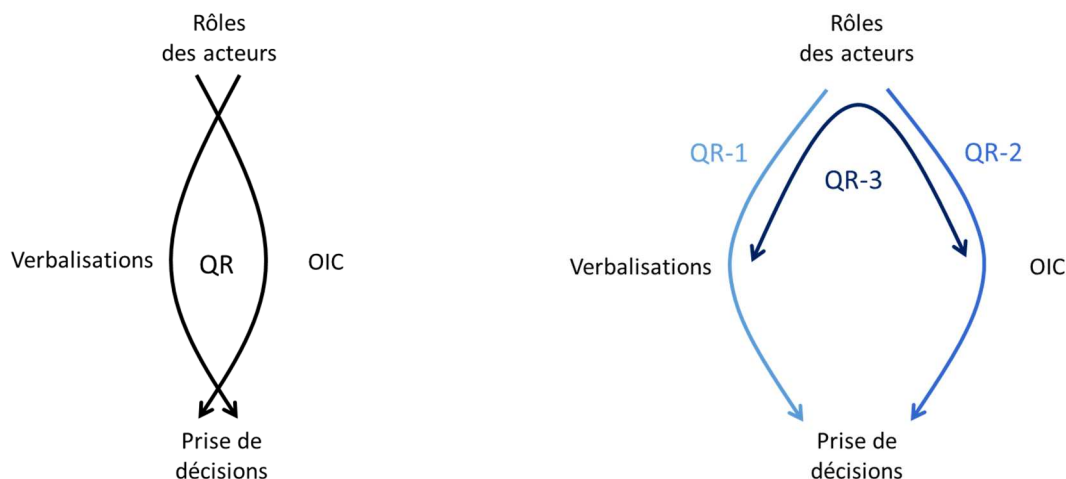


Figure 20 : Positionnement des sous-questions et de la question de recherche par rapport aux concepts clés.

Notre étude s'étend sur l'analyse de plusieurs réunions de coordination où les acteurs échangent au sujet de la maquette numérique notamment. La méthodologie mise en place pour les expériences est décrite dans le chapitre suivant. Le contexte de l'étude se limite à l'analyse d'un projet pédagogique collaboratif BIM en phase d'avant-projet détaillée (APD) qui s'inspire fortement des modalités et des contraintes du monde professionnel (définitions des besoins, demandes du client, etc.). Ces choix d'expériences offrent la possibilité d'échanger plus aisément avec les acteurs de projet dans un temps imparti et de mettre en place des expérimentations pour récolter des données. Ces dernières seront analysées dans le but de répondre aux questions de recherche.

Introduction

Etat de l'art

Problématique & Questions de recherche

METHODOLOGIE

Résultats

Discussions

Conclusion

Références

Chapitre 4 : Méthodologie

Synthèse de la méthodologie générale

Afin de répondre aux questions de recherche citées précédemment, nous avons développé une méthodologie en **trois phases** qui séquence le déroulement des expériences. Elles ont chacune un rôle spécifique dans les expériences menées : **préparation**, **récolte** et **traitement** de données. Le schéma ci-dessous reprend la trame suivie qui sera détaillée par la suite.

Le but de la méthodologie est de pouvoir observer des réunions de coordination sur un projet pédagogique collaboratif BIM et d'en extraire les données permettant de répondre à la question de recherche citée ci-dessus. Nous détaillerons les différentes expériences choisies, définies, mises en place et qui ont fait l'objet d'une analyse après la présentation de la méthodologie générale :

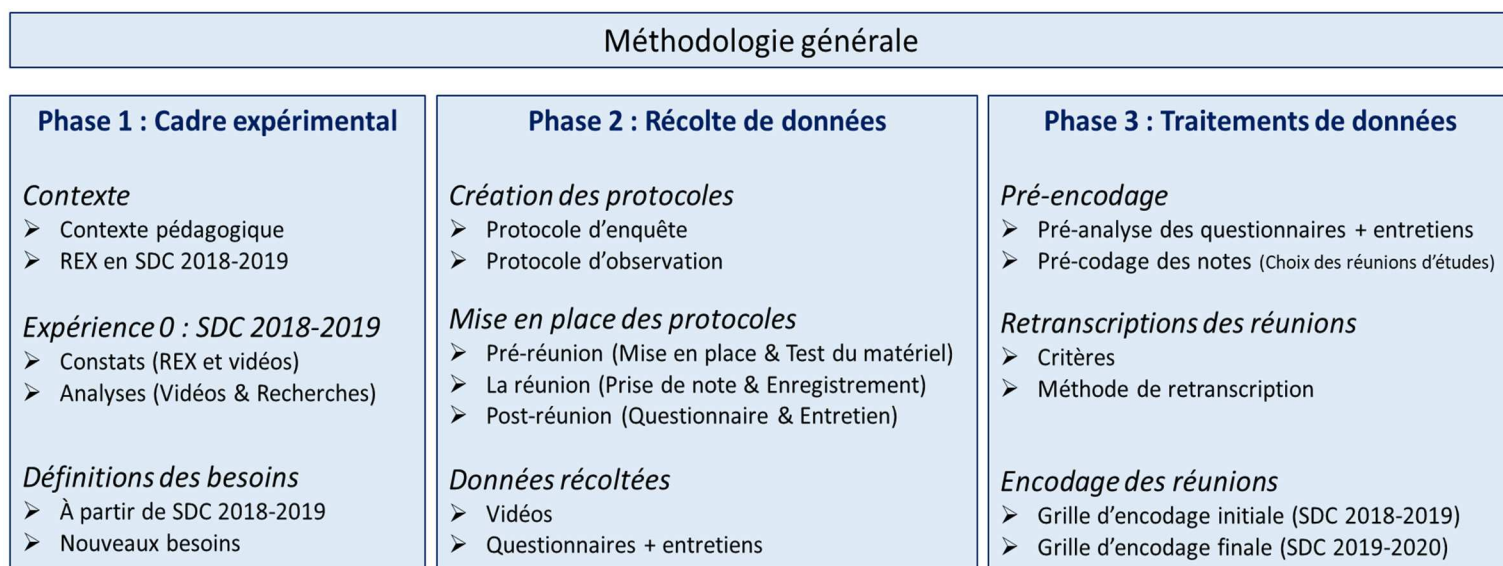


Figure 21 : Processus méthodologique général.

La **première phase** cadre le contexte d'étude et la préparation des expériences. Effectivement, il a été nécessaire de trouver un terrain d'étude propice à la récolte d'informations sans pour autant perturber le projet en cours. Nous avons choisi le cadre d'un projet pédagogique collaboratif pour mettre en place les expériences d'étude permettant d'observer des interactions entre acteurs ayant un rôle-métier de la construction.

La **seconde phase** porte sur la récolte de données avec la création de protocoles, leur vérification par des tests et leur mise en place en situation. La méthodologie d'étude a été définie en amont ainsi que les tests pour pouvoir observer les acteurs en action sur trois réunions de projets. Nous nous sommes placés comme observateurs des réunions de manière à perturber le moins possible le projet. Par la suite, des échanges avec l'équipe de projet ont été définis pour compléter la récolte de données et prendre en compte l'avis du concepteur par son retour d'expérience sur les réunions du jour.

Enfin, la **troisième phase** se déroule en dehors des réunions d'études. La récolte de données a été prolongée par des questionnaires et des entretiens qui ont nécessité un encodage préliminaire pour adapter les questions et/ou approfondir certains sujets. Ensuite, les réunions de coordination ont fait l'objet d'une retranscription puis d'un encodage à partir d'un support vidéo et une grille d'encodage adaptée de plusieurs études de la littérature.

4.1. Phase 1 : Cadre expérimental

Dans la première phase méthodologique, nous nous sommes concentrés sur la définition du contexte, du cadre expérimental et sur les modalités des expériences. Le schéma du processus de la phase 1 résume les différentes étapes détaillées ci-après :

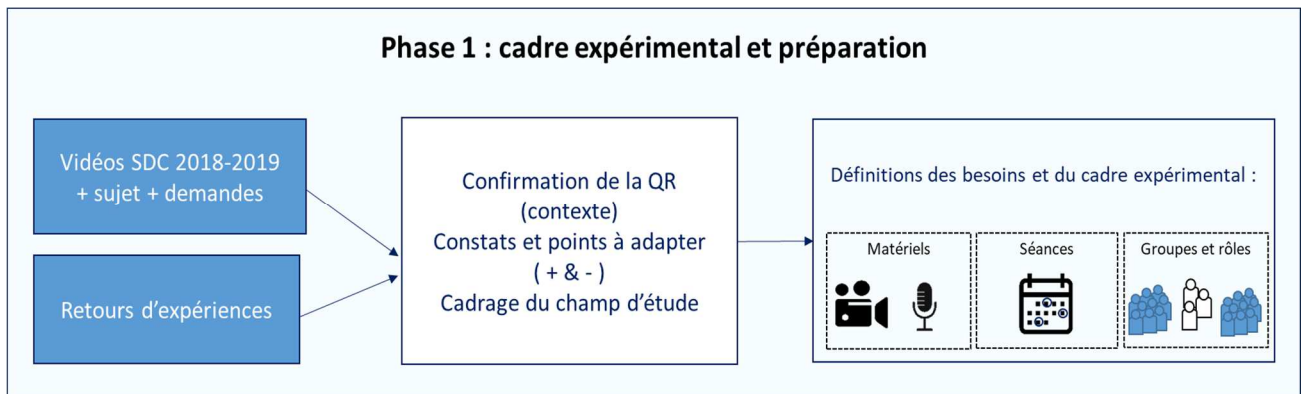


Figure 22 : Processus méthodologique de la phase 1.

4.1.1. Cadre expérimental

- **Contexte pédagogique**

Le contexte d'étude se positionne dans le cadre d'un projet pédagogique du master 1 Ingénieur-Architectes de l'université de Liège. Le cours « Studio Digital Collaboratif » (nommé par la suite SDC) aborde la problématique de la conception collaborative instrumentée. C'est actuellement la seconde fois que le projet porte sur une expérimentation d'un projet collaboratif BIM. La description du cadre expérimental se fera sur base des écrits suivants : Rahhal (à paraître) et Calixte, Rahhal, Leclercq et Ben Rajeb (2019). Ce dernier fait l'objet du dossier Annexes_M_1 et reprend l'ensemble des modalités du projet. Nous synthétiserons dans cette partie les éléments essentiels à l'étude.

Le projet de SDC s'étend sur une durée de 4 mois où 17 étudiants ont participé pour la session 2019-2020. Le but de l'expérimentation pédagogique est de sensibiliser les étudiants aux enjeux de la coopération en phase de pré-construction de projet et de donner l'opportunité d'expérimenter des dispositifs innovants (outils BIM, collecticiels, etc.). Le cours vise à analyser les enjeux de la coopération d'une équipe de concepteurs qui mobilise des compétences et des expertises complémentaires réparties entre diverses responsabilités. Basé sur les pratiques professionnelles, le projet s'appuie sur les méthodes et outils émergents au service de la coopération. Celui-ci se positionne sur la phase d'avant-projet détaillé (APD). Le schéma ci-dessous Calixte et al. (2019).

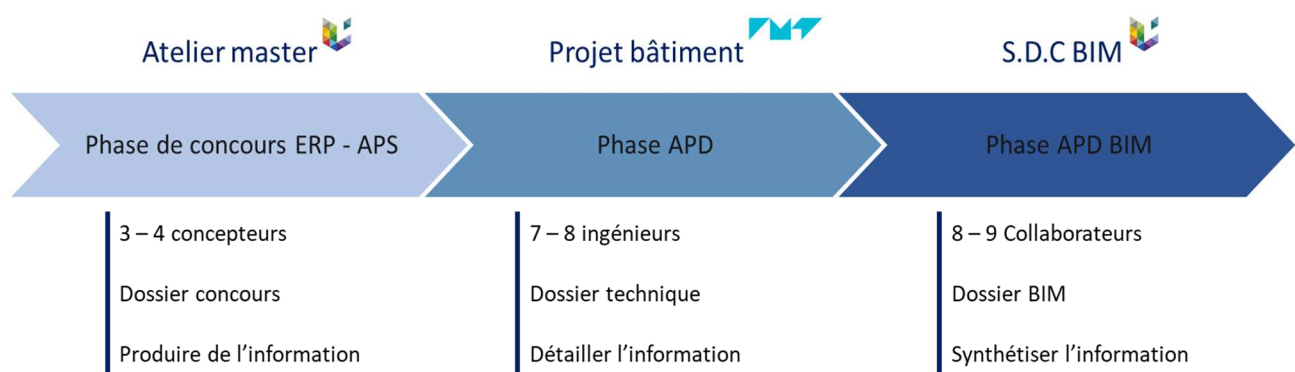


Figure 23 : Intégration du projet dans un processus pédagogique.

- **Le projet d'étude**

Dans le cadre de cette expérimentation BIM, le projet sélectionné est le fruit de l'atelier d'architecture de master 1 de l'année académique 2018-2019. Le projet d'étude s'intitule « Villa Massalia ». Ce complexe de trois blocs monolithiques abrite les fonctions d'un musée, de restauration, de parking et d'administration. Il surplombe le jardin des vestiges de la ville de Marseille.



Figure 24 : Vue de la Villa Massalia Atelier IV (projet de Boulay, J., Kannary, K., Kuppens, R. & Meus, M.).

La composition de cet équipement public contemporain présente de nombreuses spécificités et défis techniques. Nous noterons notamment le parement de façade en pierres et la structure interne en treillis dans un des bâtiments. Lors de sa conception, une attention particulière avait été portée sur les différents flux le traversant : visiteurs, personnels, logistiques, secours, etc.

Les demandes du maître d'ouvrage

L'objectif pour chaque équipe et chaque acteur les composant est de répondre aux demandes du maître d'ouvrage formulées comme suit :

- Modélisation collaborative de la maquette numérique en utilisant des logiciels BIM et la production des présentations du projet (plans, coupes, façades et vues diverses),
- Evaluation de la construction par l'exploitation des données partagées de la maquette pour : estimer le coût de la construction, estimer le coût et réaliser la planification de la construction du bâtiment sur chantier et visualiser le compartimentage feu pour la maintenance du bâtiment,
- L'étude des performances d'une partie du projet en termes de flux de circulation, d'éclairage naturel et artificiel, de thermique et de structure du bâtiment.

Ces trois demandes constituent alors les objectifs de chaque équipe. Elles doivent être accomplies lors de ce quadrimestre suivant un calendrier précis et sont réalisées par différents rôles. Seul le logiciel BIM est imposé par le maître d'ouvrage, REVIT, pour le reste les partenaires de projet seront libres d'utiliser les logiciels et méthodes de leur choix. Le document Annexes_M_1.3 répertorie les livrables attendus et le format de ceux-ci.

Les rôles de chaque acteur

Plusieurs rôles sont mis en place afin de recréer des équipes pluridisciplinaires de projet avec des intervenants de différents corps d'état. De plus, une casquette BIM est associée à chaque acteur afin d'expérimenter l'approche collaborative BIM. Dans les équipes, chaque acteur se voit attribuer :

- Un rôle de modélisateur de la maquette BIM associé à des missions de modélisation,
- Un rôle d'exploitation de la maquette BIM associé à des missions d'exploitation,
- Un rôle d'ingénieur d'études associé à des missions de simulation.

Chaque équipe est composée de 8 à 9 partenaires qui seront accompagnés au cours du projet par le maître d'ouvrage, le maître d'œuvre et le coordinateur BIM. Le projet de SDC (2019-2020) compte 2 équipes : « Team jaune » et « Groupe bleu ». Les différents rôles des acteurs sont décrits dans le document Annexes_M_1.2 ainsi que leurs missions respectives dans le document Annexes_M_1.1.

Planification du projet

Le projet se déroule sur 4 mois, du 14 février au 15 mai, au cours desquels des séances sont planifiées tous les vendredis. Ces dernières sont organisées chronologiquement en fonction des rendus des livrables et des rôles attribués à chaque acteur (cf. *Annexes_M_1.2* & *Annexes_M_1.3*).

Légende :

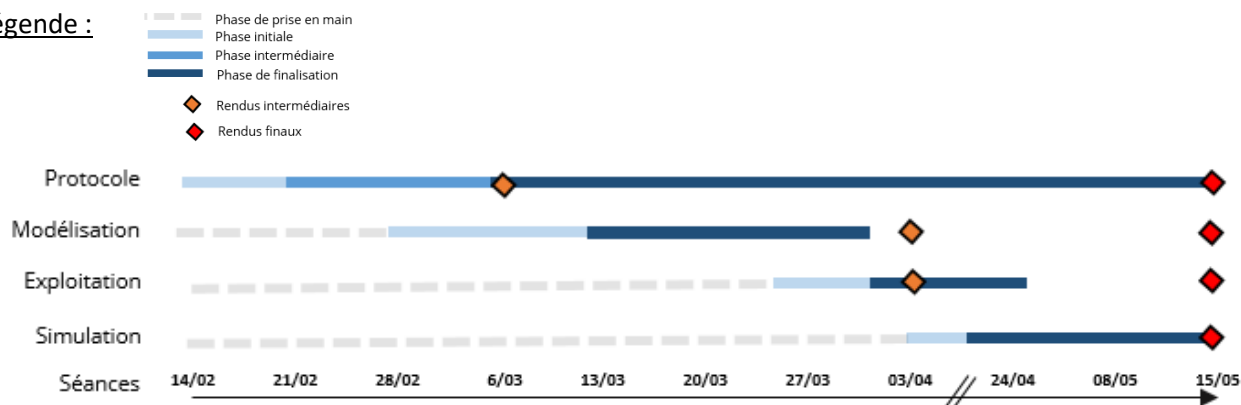


Figure 25 : Planification synthétique du projet (Données de projet SDC 2019-2020).

Au total, les partenaires de projet disposent de 10 réunions de coordination avec 2 échéances de rendus (intermédiaires et finaux). Le planning général est divisé en quatre sous parties correspondant aux différents rôles des acteurs de projet :

- (1) Mise en place du protocole BIM : elle comprend la compréhension et la mise en place de l'ensemble des rôles et missions au sein de chaque équipe. De plus, les acteurs rédigent le protocole BIM avec pour base le protocole BIM Belge du CSTC (2018, version 2) pour répondre et se coordonner au mieux sur les méthodes et outils à mettre en place pour les phases suivantes.
- (2) Modélisation collaborative de la maquette numérique BIM : utilisation des logiciels BIM pour la réalisation de la maquette et mise en commun au cours de réunions de coordination pour la détection de clashes entre les maquettes métiers.
- (3) Exploitation des données partagées dans la maquette BIM : insertion et exploitation des données dans la maquette pour la réalisation des missions du maître d'ouvrage.
- (4) Simulation des modèles : utilisation de logiciels de simulation et exploitation des résultats pour la réponse aux missions du maître d'ouvrage.

Informations complémentaires

Les groupes de projets présentent des profils divers au niveau de leur origine, leurs formations, leurs expériences professionnelles et leurs connaissances vis-à-vis du BIM. Prenons l'exemple de la « Team Jaune » composée de 9 acteurs de projet :

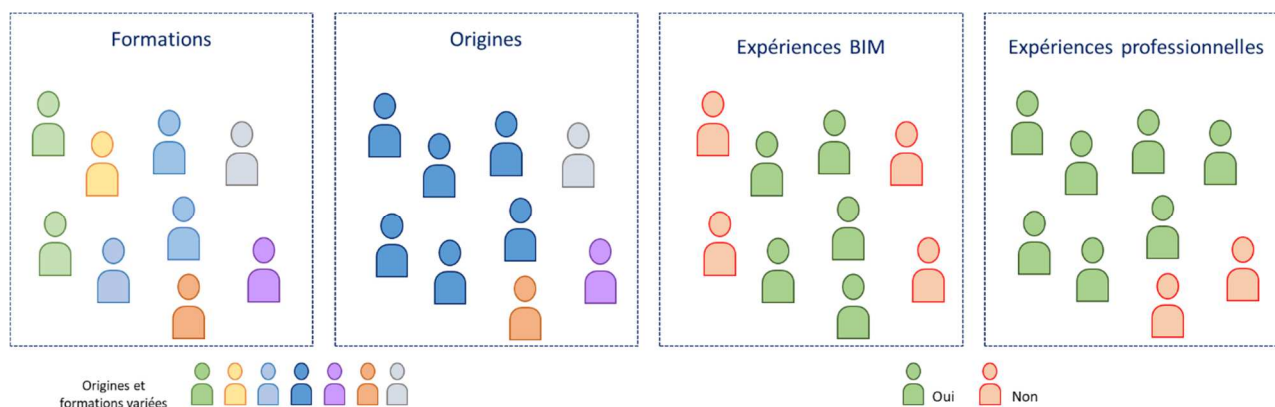


Figure 26 : Profils des acteurs du groupe de projet « Team Jaune » (Données de projet SDC 2019-2020).

4.1.2. Retours d'expériences et observations

Au cours de l'année 2018-2019, lors de la première version de SDC sous un angle BIM, j'ai participé au projet en tant que coordinatrice organisationnelle et modélisatrice enveloppe au sein d'une équipe de 9 collaborateurs. Dans cette première version de l'exercice, nous avons chacun un double-rôle : un rôle de modélisateur sur logiciel BIM et un rôle d'exploitation. Les points communs et différences majeures avec l'année 2019-2020 sont :

Points commun	Différences	
	2018-2019	2019-2020
- Equipe de 8/9 collaborateurs - Binôme ou trinôme - Un objectif pour chaque phase	- Réunion en présentielle - 2 rôles par acteurs (2 phases) - 2 logiciels de modélisation au sein des équipes - Rôle de coordinateur organisationnel ≠ coordinateur technique	- Réunion en présentiel & à distance (COVID-19) - 3 rôles par acteurs (3 phases) - 1 logiciel de modélisation commun - Coordinateurs technique et organisationnel

Tableau 18 : Points communs et différences entre SDC 2018-2019 et 2019-2020.

Le rôle de coordinateur organisationnel offre une vision d'ensemble sur le projet et de synthèse lors des rendus (rapport collectif sur la collaboration dans le groupe). Nous avons cherché à connaître le retour d'expérience de chacun en fin de projet à l'aide de questionnaire et de retour spontané. Un listing des différentes problématiques rencontrées lors du projet a été établi en fonction des retours individuels de chacun. Ces derniers ont été disposés dans un questionnaire demandant aux partenaires de projet de les classer du moins contraignant au plus contraignant. Les avis ont été demandés pour les phases de modélisation (cf. figure 27) et d'exploitation.

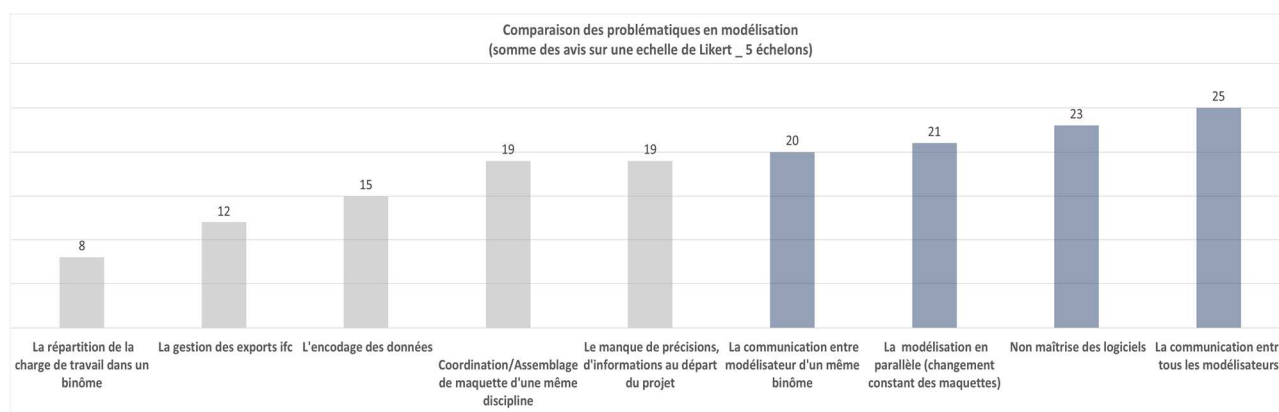


Figure 27 : Questionnaires de retours d'expériences sur la modélisation (Données de projet SDC 2018-2019).

Nous avons pu constater que dans les deux phases « la communication entre tous les partenaires de projets » figurait dans les premiers des aspects les plus contraignants. De plus dans les retours objectivés du questionnaire ou bien les retours d'expériences de chacun, nous notons que les thématiques de « maîtrise des logiciels », « coordination des maquettes », « quantités d'informations à gérer », « les répartitions de tâches au sein du binôme », etc. révèlent des difficultés au niveau de la gestion des outils et des attentes de coordination au sein du binôme et du groupe. Cela pouvait notamment s'expliquer par un groupe nombreux et une première expérience dans ce type de projet.

Toutefois, nous avons souhaité approfondir les raisons de ces difficultés de communication et de coordination des acteurs sur plusieurs aspects. La réunion de coordination étant le point de rendez-vous temporel et physique hebdomadaire entre tous les acteurs du projet ; celle-ci concentre donc les échanges variés entre tous les acteurs pour se coordonner sur les thématiques organisationnelles, de modélisation, d'exploitation et de simulation principalement. Les acteurs y présentent, discutent, débattent et choisissent les directions à prendre pour la suite du projet. Certaines réunions dans le planning du projet sont plus sujettes à des échanges argumentatifs et à la prise de décisions entre acteurs où la maquette numérique BIM est présente comme support (Rahhal, à paraître ; cf. §2.3 & §2.5.2). C'est dans ce cadre-ci que nous souhaitons approfondir l'étude sur les communications entre partenaires en étudiant les différents échanges au cours des réunions de coordination autour de la maquette BIM.

4.1.3. Expérience 0 : Visualisation de SDC 2018-2019

Le protocole pédagogique mis en place lors du cours de SDC 2018-2019 vise, au cours des réunions de coordination, à « *favoriser des moments d'échanges et de communications entre les acteurs* » (Rahhal, à paraître). Au cours de cette année, les partenaires de projet se sont regroupés à X reprises dont 4 réunions par groupes qui ont fait l'objet d'une première analyse par Rahhal (à paraître). A l'aide de ces premiers résultats statistiques, nous avons pu constater que les réunions qui utilisent le plus la maquette numérique BIM comme support sont celles où se posent des questionnements à propos de : « la modélisation de la maquette numérique » et « la détection des conflits » (Rahhal, à paraître). Le reste du temps des supports non BIM sont utilisés, notamment des logiciels de bureautiques (Word, Drive, etc.).

Dans ce cadre-ci, nous avons procédé à la visualisation des supports vidéo des réunions de coordination de la phase de modélisation (incluant la détection de conflits) au nombre de 3 par groupes et 1 réunion traitant de la phase d'exploitation. Dans un souci d'objectivité, le groupe 2 a été privilégié pour la pré-étude des échanges verbaux (étant ancienne participante du groupe 1). Toutefois, les dispositifs, les outils et les protocoles d'observations utilisés ont été observés dans les deux cas.

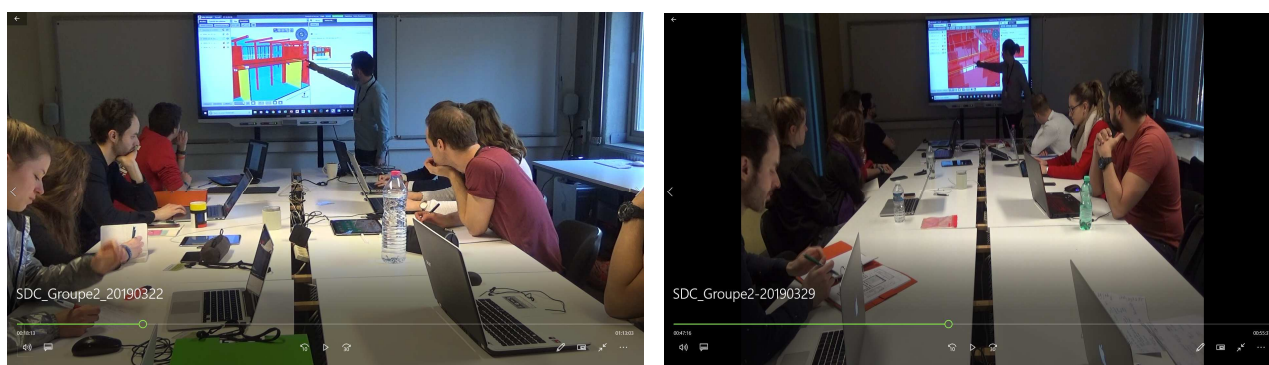


Figure 28 : Images des vidéos de SDC 2018-2019 (cadrage de la caméra) (Rahhal, à paraître).

Nous avons pu constater plusieurs éléments à prendre en compte pour le futur protocole d'observation de SDC 2019-2020 :

- La caméra filme essentiellement le coordinateur technique proche du tableau interactif (cf. figure 31), dans le cadre de notre nouvelle étude, il est nécessaire de changer le cadrage pour observer tous les acteurs de la réunion et ainsi savoir qui parle à chaque instant,
- La qualité des micros ne permet pas toujours de distinguer facilement les échanges entre les acteurs (position et qualité du micro à optimiser),
- La disposition des acteurs permet à tous de voir le tableau interactif et d'échanger avec les autres acteurs (cf. figure 31)
- Les tablettes connectées mises à disposition sur les tables présentes dans la réunion de coordination n'ont peu ou pas été utilisées. Comme on le voit sur la figure 28, les acteurs interagissent avec leurs PC portables personnels ou des documents papiers et le tableau interactif pointé au fond de la pièce par le coordinateur technique.
- Le coordinateur technique est la principale personne qui interagit avec le tableau interactif, peu d'acteurs se déplacent pour échanger sur le tableau comme support.
- Les supports observés lors des réunions sont les suivants : maquette BIM 3D, maquette non BIM 3D, vues 2D (images, plans et coupes), tableau interactif blanc, des vues d'outils de bureautique, support non numérique (papier, plans, etc.).

Durant les trois réunions de coordination sur le sujet de la modélisation, les acteurs utilisent davantage la maquette BIM que les autres réunions comme support des échanges (Rahhal, à paraître), une analyse des outils utilisés le confirme (cf. figure 29). Sur les graphiques ci-dessous, les occurrences d'utilisation des supports de l'information sont codées a posteriori de la réunion de coordination sur les supports vidéo (cf. figure 29). Les données proviennent du travail de recherche doctoral de Rahhal, A. (en cours) dans le cadre de SDC 2018-2019.

Nous observons que :

- Les deux équipes utilisent principalement la maquette numérique durant la phase de modélisation (notamment la réunion du 29/03/2019 avec 46% et 36% d'utilisation de la maquette numérique comparée aux utilisations des autres supports de l'information).
- La première séance 15/03/2019 présente des résultats mitigés entre les deux équipes, cela s'explique par son caractère plus organisationnel souligné par la fréquence de non-utilisation de support (« aucun support »), on retrouve ce phénomène au cours de la réunion du 22/03/2019 mais moins prononcé.
- La réunion sur les missions d'exploitation du 10/05/2019 confirme une moindre utilisation de la maquette BIM à ce stade du projet pour des problématiques autres que les détectations de conflits entre maquettes.

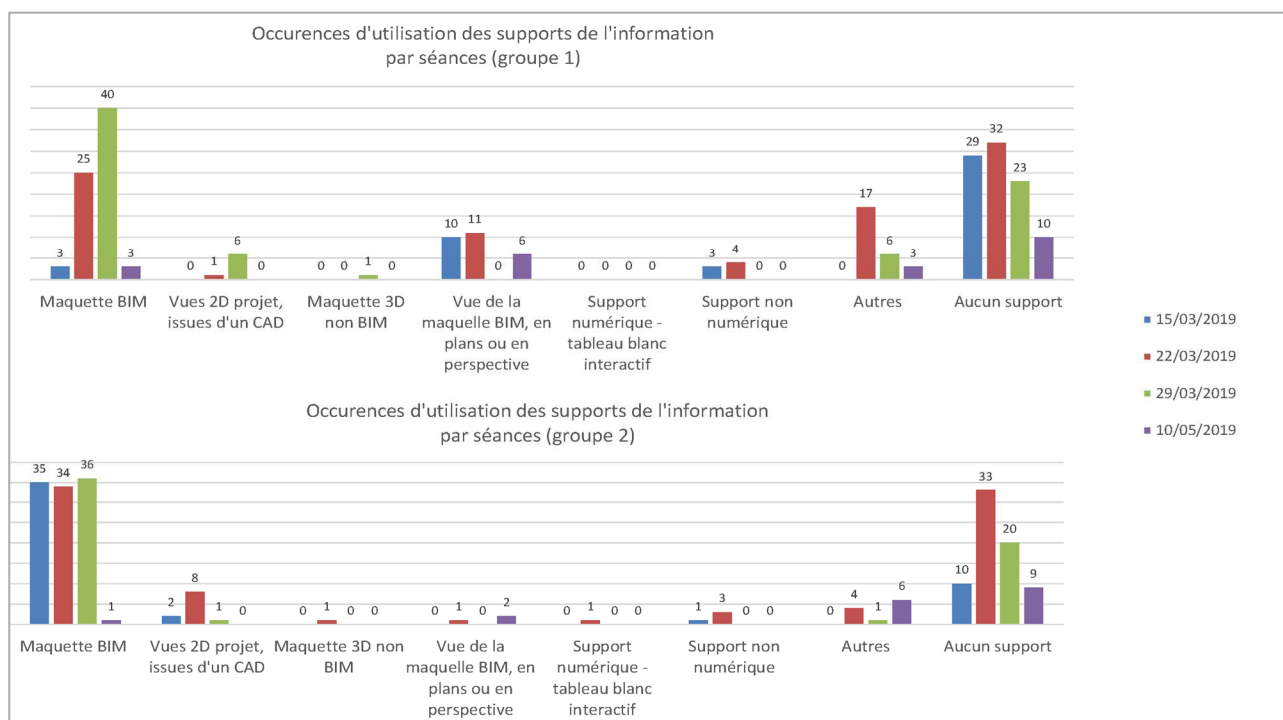


Figure 29 : Analyse de l'expérience 0 sur les outils utilisés lors des réunions de coordination (Rahhal, travail doctoral en cours).

4.1.4. Définitions des besoins expérimentaux

Pour la création des protocoles d'observation de SDC de l'année 2019-2020 et de la mise en place des expériences pour répondre à la problématique posée, nous retiendrons les éléments grâce à l'analyse des expériences de l'année 2018-2019 :

Matériels	Planning
- Changer l'angle de caméra pour observer l'ensemble des partenaires de l'équipe de projet - Prévoir des micros permettant une bonne audition de l'ensemble du groupe - Envisager la prise d'un point de vue différent ou complémentaire - Conservation de la disposition de la pièce propice à l'échange et la vision du tableau interactif - Suppression des tablettes à dispositions	- Privilégier l'étude d'une réunion de modélisation pour observer les interactions avec la maquette numériques BIM - 3 réunions cibles dans le calendrier de 2019-2020 : 13/03 ; 20/03 ; 27/03. - Prévoir une réunion 0 qui servira à l'adaptation de la disposition - Réaliser une pré-analyse de la réunion pour connaître la thématique prédominante (modélisation, exploitation, simulation, organisation).

Tableau 19 : Synthèse des besoins expérimentaux.

De plus, les retours d'expérience individuels des acteurs ont permis de mettre en évidence les problématiques récurrentes dans les différentes phases, notamment la communication entre les acteurs de projet sur laquelle portera notre analyse. Il peut être envisagé un retour subjectif des acteurs sur le déroulement de la réunion (cf. figures 22 & 37).

4.2. Phase 2 : Récolte de données

Pour la seconde phase de la méthodologie, nous avons procédé en deux temps : la création de protocoles puis la mise en place de ces derniers. La première constitue la création de différents protocoles (d'observation et d'enquête) à partir de la littérature, des expériences du SDC de l'année 2018-2019 et des retours d'expériences des différents acteurs de cette année-là. Grâce à ces éléments, les protocoles sont déterminés théoriquement en termes de scénario de disposition du matériel et des documents tels que la grille de prise de notes et le questionnaire. Par ailleurs, une grille d'encodage est initiée, elle sera finalisée et utilisée dans la phase 3.

La seconde étape consiste à tester les protocoles afin de rectifier les divers éléments qui ne fonctionneraient pas, qui ne fonctionnent que partiellement ou de tenter de pallier les imprévus possibles (manque de matériels, installations spécifiques à aménager en plus, etc.). Les dispositifs d'observation sont donc mis en place et testés au plus proche de la situation réelle. La grille de note, la grille d'encodage et le questionnaire ont été créés et testés en fonction des données récoltés de SDC 2018-2019. Ceux-ci seront rectifiés au besoin à la suite de la première observation sur base des vidéos et des pré-encodage des réponses du questionnaire et des entretiens.

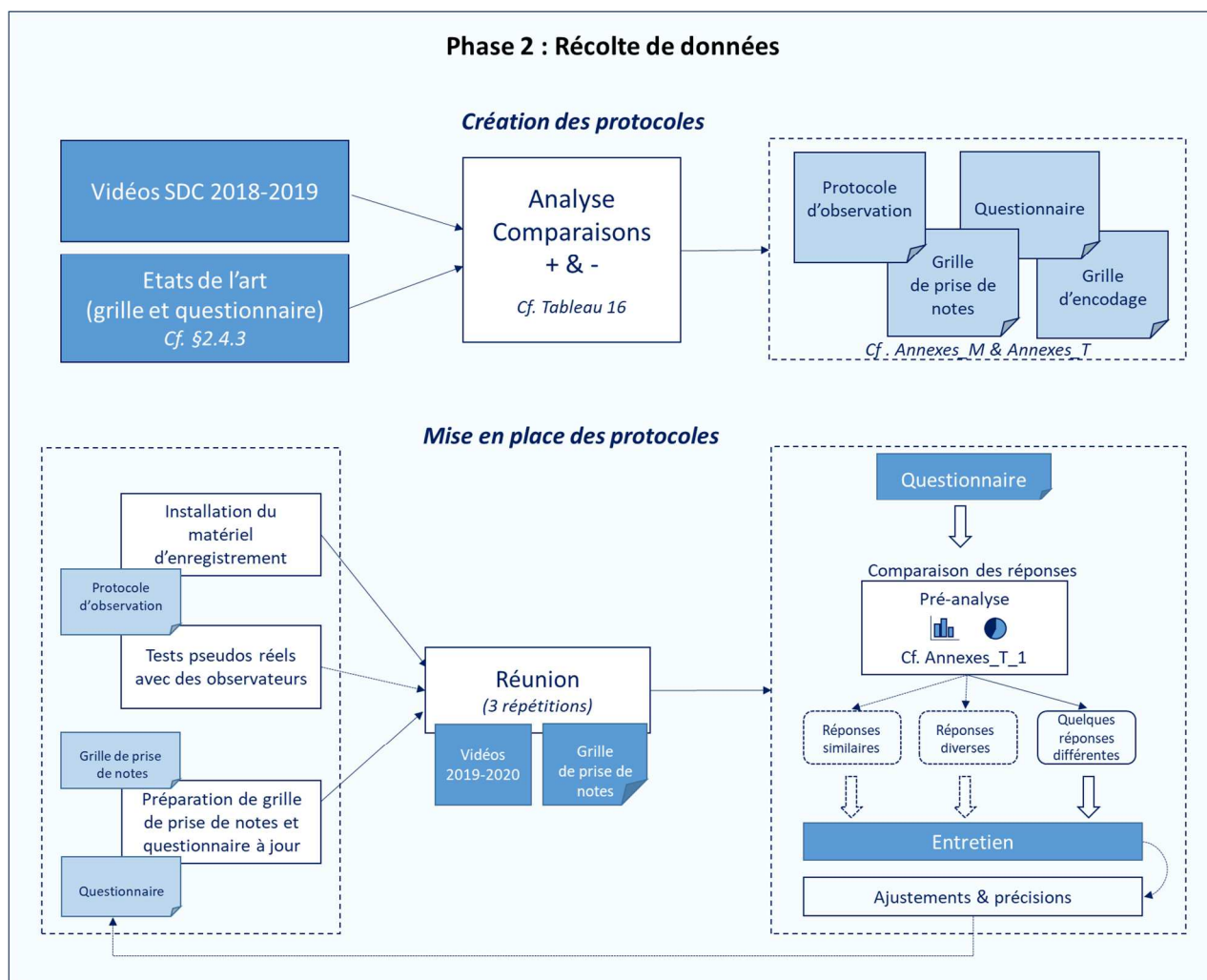


Figure 30 : Processus méthodologique de la phase 2.

4.2.1. Création de protocole

A la suite des retours d'expériences de projets de SDC 2018-2019 et des vidéos de réunions, nous pouvons définir des protocoles d'observation et d'enquête en tenant compte des points d'amélioration relevés et des points à adapter pour le sujet de recherche actuel (cf. tableau 19, Annexes_M_3.1 & Annexes_M_3.4).

- **Protocole d'observation**

Sur base des observations de SDC 2018-2019 et de nos besoins, nous avons cherché à définir la disposition spatiale des acteurs et du matériel pour obtenir des supports vidéo clairs et exploitables. Comme évoqué précédemment, nous souhaitons voir le tableau interactif sur lequel les acteurs interagissent ou montre des éléments du projet. De plus, nous souhaitons voir les interactions des acteurs avec l'outil. Le plan de montage ci-dessous illustre la disposition du matériel dans la pièce (cf. Annexes_M_2 & Annexes_M_3.1) :

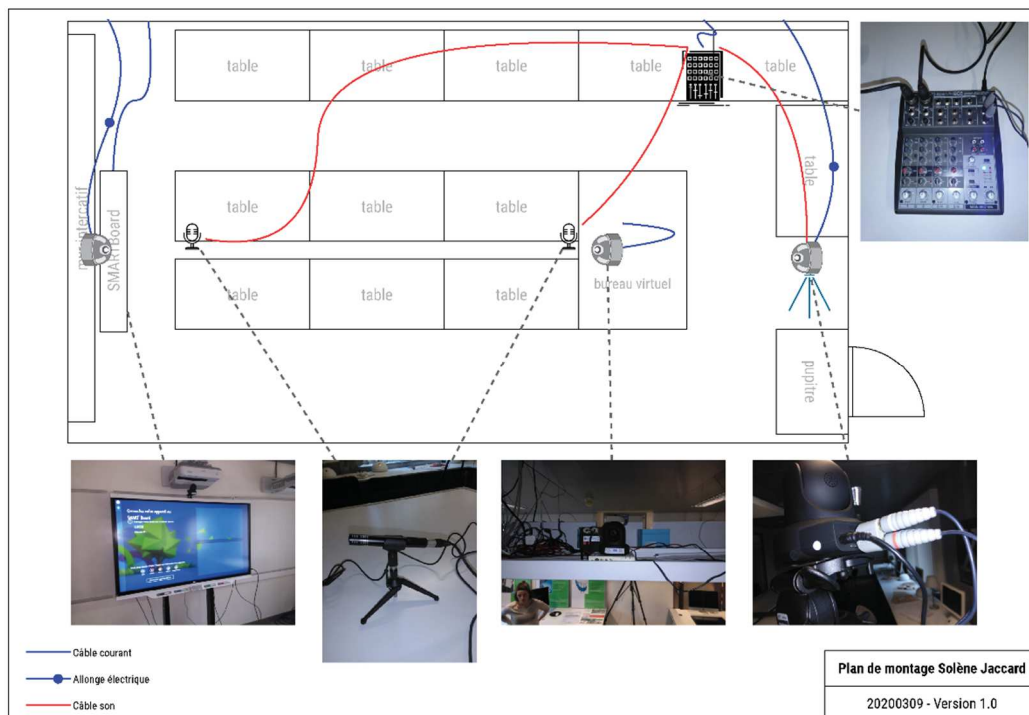


Figure 31 : Plan de montage du dispositif d'enregistrement audio-visuel des réunions de coordination extraite de l'Annexes_M_3.1.

Nous avons choisi de disposer une caméra de part et d'autre de la salle d'étude comme dans le schéma de montage (dont une sur le tableau interactif pour voir si les acteurs regardent l'image affichée ou non). Par ailleurs, une troisième caméra est installée pour d'autres études (focalisations sur le coordinateur technique et organisationnel).

En plus des deux caméras, nous avons disposé deux micros afin de capter au mieux les discussions de l'ensemble des acteurs durant les réunions (reliés à une console). Une des caméras dispose également d'un dispositif d'enregistrement du son (backup).

Lors des réunions, la disposition spatiale s'organise comme suit :

- 2 acteurs de projet par table (îlot centrale) soit 12 personnes au maximum : 9 membres de l'équipe et 3 encadrants (cf. Annexes_M_1.2).
- 2 observateurs sur le bureau virtuel de telle sorte à ne pas perturber la réunion et le champ de la caméra (un étudiant master 2 pour une autre étude et moi-même).
- En cas d'absence ou d'indisponibilité physique, il a été envisagé la co présence virtuelle par le logiciel Zoom en direct sur l'écran interactif (prévu dans le protocole BIM rédigé par les acteurs).

Lors de la réunion, la séance est filmée (audio-visuelle) et nous assistons à l'expérience pour vérifier le bon fonctionnement des caméras et prendre des notes en direct dans la grille de prise de notes (cf. Annexes_M_3.3).

Temps	Thématiques	OIC	Décision
-------	-------------	-----	----------

Figure 32 : Grille de prise de note vierge extrait de l'Annexes_M_3.3.

Celle-ci sert de pré-codage de la réunion afin d'identifier les thématiques principales au cours de la réunion : organisation, mission de modélisation (détection de clashes), mission d'exploitation, mission de simulation inspiré de Ben Rajeb, S. et Leclercq, P. (2016) et Ben Rajeb, S. et al. (2020). De plus, la prise de note à la volée permet de répertorier l'ensemble des objets intermédiaires collectifs utilisés au cours de la réunion et si possible en accord ou non avec une prise de décision. Ce pré-codage est utilisé pour la sélection des réunions d'études plus approfondies (cf. §4.3.1, Annexes_M_3.3 & Annexes_T_1).

En raison de la pandémie du COVID-19, une partie des réunions s'est déroulée en visioconférence. Nous avons créé un protocole dans ce cas également avec l'utilisation du logiciel Zoom et l'aide du coordinateur technique pour récupérer les supports vidéo. Nous avons été contraints par le logiciel en désaccord avec le protocole initialement prévu en présentiel mais certains aspects ont été conservés :

Différences majeures	Points communs
- Disposition spatiale (seul vs salle commune) - Vision partielle des acteurs (affichage de seulement 5 ou 6 caméras en plus de l'écran de partage) - Enregistrement de l'écran de l'administrateur de la réunion (coordinateur technique et organisationnel) - Multiplication des sources potentielles de problèmes informatiques (réseau, caméra, micro, etc.) - Restriction aux supports virtuels de l'information	- Ecran partagé recréant le tableau interactif - Horaire régulier - Sujets de réunions identiques (le projet suit son cours) - Réunion en co-présence et synchrone - Données récoltées audio-visuelle (visuel de l'acteur qui parle)

Tableau 20 : Tableau des points communs entre la réunion en présentiel et en visioconférence.

Nous constatons que les échanges entre acteurs (verbaux, gestuels et les OIC utilisés) restent observables dans les deux cas même si l'attention ne pourra pas être focalisée sur l'ensemble des acteurs en même temps dans la réunion virtuelle. Nous verrons dans les résultats d'expériences si cela tend à entraver ou non les échanges et si les thématiques principales de réunion du pré-codage de celle-ci diffèrent (cf. chapitre 5.).

Les deux espaces de réunions physique ou virtuelle peuvent s'agencer comme dans le schéma ci-dessous. Leurs modalités d'échanges sont décrites au §2.2.2 & §2.6.

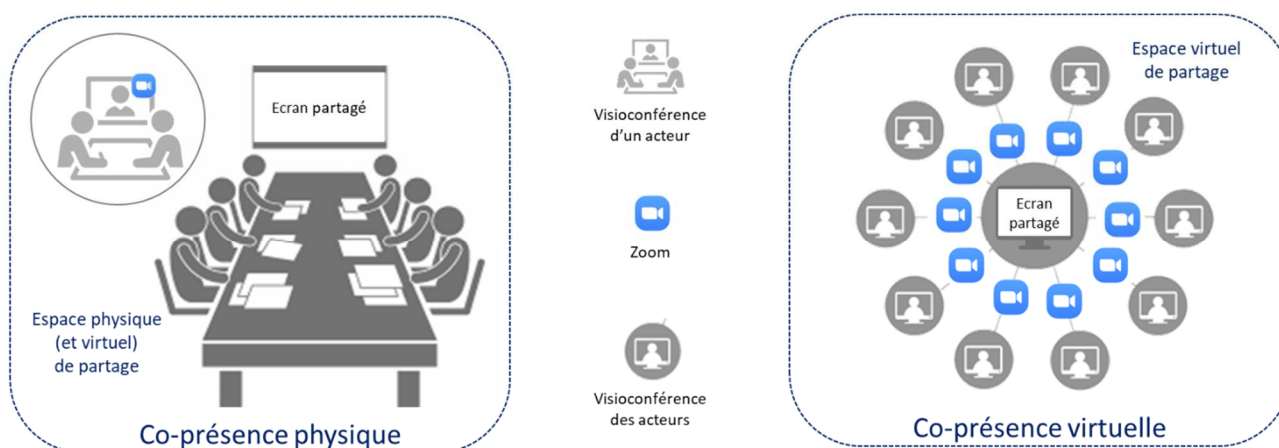


Figure 33 : Schéma des dispositifs de réunions en co-présence mis en place.

La co-présence virtuelle avait déjà été envisagée dans le cadre d'acteurs de projet indisponibles physiquement. En effet, les acteurs de projet eux même dans leur protocole BIM avait prévu cette éventualité en amont des réunions de coordination (cf. figure 33). Toutefois la généralisation à l'ensemble des acteurs en co-présence virtuelle n'a été aménagée qu'en cours d'expérience pour la réunion du 20 et 27 mars.

L'ensemble du dispositif et la méthode choisie sont décrits plus en détails dans les protocoles d'observations en co-présence physique et virtuelle (cf. Annexes_M_3.1, Annexes_M_3.2 & Annexes_M_3.3).

- **Protocole d'enquête**

Sur base des observations de SDC 2018-2019 et de nos besoins, nous avons souhaité connaître l'avis des acteurs sur leur perception de la réunion de coordination au sujet de :

- La prise de parole de chacun des acteurs,
- L'utilisation d'OIC, particulièrement la maquette numérique,
- Les facteurs influençant la prise de décisions en réunions de coordination BIM.

Pour ce faire, nous avons mis en place un questionnaire en ligne à remplir par l'ensemble des acteurs ayant pris part à la réunion (15 réponses par réunion maximum). De plus, des entretiens semi-dirigés sont envisagés si nécessaire. En effet, si les réponses aux questionnaires révèlent une incompréhension des questions, du sujet d'étude ou autre, nous procéderons dans ce cas à un entretien semi dirigé pour connaître l'avis de l'acteur sur les questions posées (cf. figure 30).

Création du questionnaire

Pour créer le questionnaire, nous avons dans un premier temps analysé les études de Carter et West (1998) sur la réflexivité en groupe repris par Facchin, S., Tschan, F., Gurtner, A., Cohen, D., & Dupuis, A. (2006) dans une version française. Celles-ci mettent en avant la notion de réflexivité qui représente « *le niveau de réflexion collectif des membres d'un groupe sur ses objectifs, stratégies, processus et sur son environnement et leurs adaptations en conséquence* » (Swift & West, 1998, cité par Facchin & al., 2006, p. 293). Ce type de questionnaire a pour but d'effectuer une autoévaluation de la performance individuelle ou du groupe. Ici, la performance s'entend comme l'activité du groupe, le fait de prendre part aux décisions ou non (actif ou passif), etc. où les « *niveaux d'échanges* » peuvent être classés comme faible, modéré ou profond. L'échelle de réflexivité distingue deux dimensions :

- La réflexivité de la tâche liée à la prise de décisions, aux méthodes et objectifs du groupe et, à sa capacité à les remettre en cause en développant par exemple des stratégies nouvelles,
- La réflexivité sociale liée à l'entente et au soutien du groupe spécifiquement en situations stressantes.

- **Réflexivité tâche (RT) (échelle de Lickert de 1 à 7)**
 - RT1 : Notre groupe revoit souvent ses objectifs
 - RT2 : Notre groupe discute souvent ses méthodes de travail
 - RT3 : Nous discutons régulièrement de l'efficacité du travail de notre groupe
 - RT4 : Dans notre groupe, nous modifions nos objectifs en fonction des changements de circonstances
 - RT5R : Les stratégies de notre groupe sont rarement changées
 - RT6 : Nous évaluons souvent la manière dont l'information est communiquée
 - RT7 : Notre groupe revoit souvent sa manière d'effectuer le travail
 - RT8R : Nous changeons rarement les procédures de prise de décisions dans notre groupe (R)
- **Réflexivité sociale (RS) (échelle de Lickert de 1 à 7)**
 - RS1 : Les membres de notre groupe se soutiennent dans les moments difficiles
 - RS2R : Quand le travail est stressant, notre groupe n'apporte pas beaucoup de soutien (R)
 - RS3R : Les conflits ont tendance à traîner en longueur dans notre groupe (R)
 - RS4 : Les membres de notre groupe apprennent souvent de nouvelles capacités aux autres membres
 - RS5 : Les conflits sont traités de manière constructive dans notre groupe
 - RS6 : Quand le travail est stressant, notre groupe reste soudé
 - RS7R : Les membres de notre groupe sont souvent désagréables (R)
 - RS8R : Les membres de notre groupe sont lents à résoudre les conflits (R)
- **R : items renversés**

Figure 34 : Echelle de réflexivité de Carter et West (traduit par Facchin & al., 2006, p. 296).

De cette échelle de réflexivité, nous nous inspirerons notamment des catégories « *réflexivité tâches* » qui caractérise les aspects opératoires du projets (méthodes, objectifs, stratégies, etc.). L'autre dimension de l'échelle porte sur le comportement du groupe qui n'est pas développé dans cette étude. Les catégories RT2, RT7et RT8R initient la réflexion de création des questions sur l'évaluation de la fréquence de prise de parole des partenaires de projets et l'interaction du groupe avec l'outil de travail (cf. Annexes_M_3.5). Cette échelle nous sert davantage de base de formulation des questions pour connaître la réflexion des individus sur les actions qu'ils réalisent durant la réunion (échanges verbaux et interactions avec des objets).

Toutefois, nous simplifions la forme des questions puisque dans l'échelle de réflexivité de Carter & West (1998) il s'agit de classer des assertions entre-elle. Cela s'avère assez complexe au niveau des subtilités du langage et du temps de réponse. Nous avons pour objectifs de créer un questionnaire qui ne contraignent pas les acteurs de projet dans le temps et qui soit compréhensible par tous les profils d'acteurs facilement (cf. figure 26 & §4.1.1).

Par ailleurs, nous nous sommes inspirés de la grille de Bales (1972) qui examine également deux dimensions dans le travail de groupe à savoir la tâche et le domaine socio-émotionnel. Cette grille est destinée à l'analyse de la dynamique de groupe dans le contexte de réunion de travail. Elle se focalise sur les interactions verbales en situation de réalisation de tâches collaboratives. Nous regardons particulièrement l'aspect centré sur le travail (tâches) où Bales (1972) croise trois catégories positives et trois catégories négatives vouées à faire émerger les avis des participants et des rôles ou profils au sein du groupe (Defays, 2015 ; Gronier, 2020).

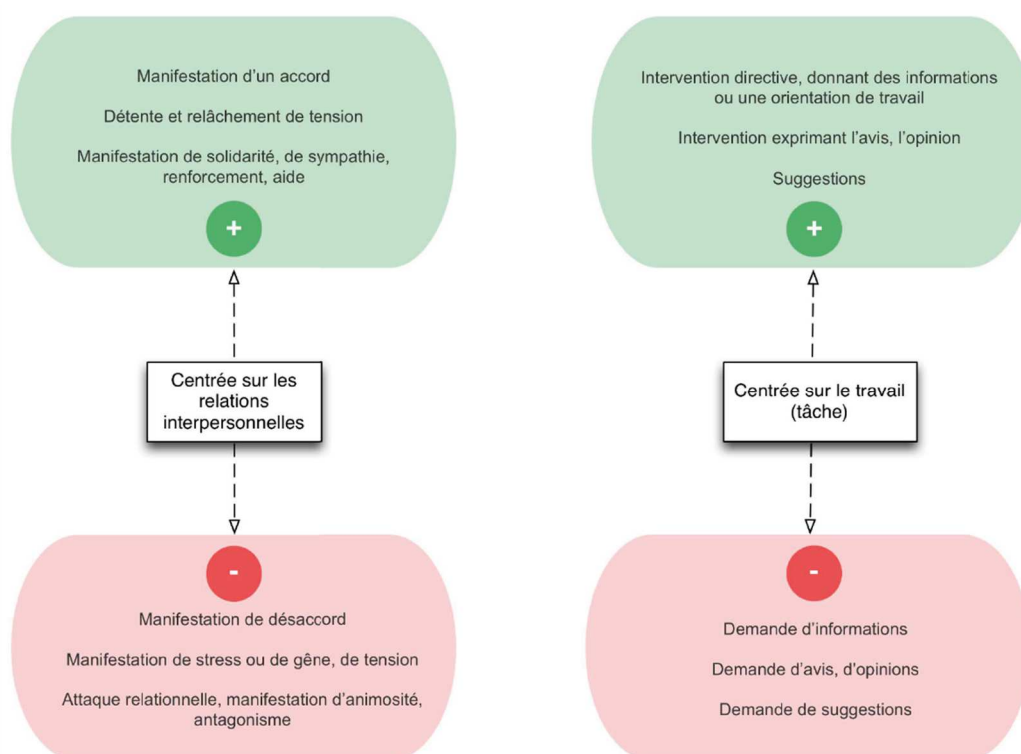


Figure 35 : Grille de Bales (1972, cité par Defays, 2015, p.18).

Nous notons que dans cette classification c'est un point de vue extérieur qui examine la réunion et non les acteurs. L'idéologie est reprise par Jean-Luc Chautagnat avec un principe de cartes réflexives utilisées par les acteurs en réunion afin que les membres du groupe s'expriment plus facilement sur les accords et désaccords qui affectent la prise de décisions sans devoir prendre la parole directement (Gronier, 2019).



Figure 36 : Cartes réflexives de Chautagnat.

Ces deux méthodes se restreignent cependant à l'analyse des avis des participants par le prisme de la modalité de communication orale uniquement. Néanmoins, nous nous inspirons de ces travaux pour la formulation des questions ayant pour but de déceler la perception ou non de l'utilisation d'OIC, la prise de décisions et si un lien est perçu entre les deux.

Les questions sont principalement fermées avec des choix uniques ou multiples et des échelles de nuances de fréquences ou d'accords sur une assertion. L'échelle de Likert s'avère être une modalité principale de réponse de notre questionnaire avec majoritairement un nombre de choix impaires limitant la position neutre comme dans l'échelle de réflexivité.

1.2 Au cours de la réunion de coordination, pensez-vous que ... *

	Jamais	Peu fréquemment	Fréquemment	Très fréquemment	Tout le temps
la maquette BIM est utilisée :	☐	☐	☐	☐	☐
d'autres supports que la maquette BIM sont utilisés :	☐	☐	☐	☐	☐
les acteurs prennent des décisions :	☐	☐	☐	☐	☐

1.3 Au cours de la réunion de coordination, pensez-vous que la maquette numérique BIM ... *

	Pas du tout d'accord	Pas d'accord	Plutôt pas d'accord	Plutôt d'accord	D'accord	Tout à fait d'accord
participe à la compréhension collective du projet :	☐	☐	☐	☐	☐	☐
facilite les échanges entre tous les acteurs :	☐	☐	☐	☐	☐	☐
participe à la prise de décision :	☐	☐	☐	☐	☐	☐

1.4 Pour la réunion de coordination, qualifier la fréquence de prise de parole de chacun des rôles : *

	Jamais	Peu fréquemment	Fréquemment	Très fréquemment	Tout le temps	Je ne sais pas répondre à la question pour ce rôle
Modélisateur enveloppe	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Modélisateur partitionnement intérieur	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Modélisateur structure	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Modélisateur techniques spéciales	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Coordinateur technique et organisationnel	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Coordinatrice BIM	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Maître d'oeuvre	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Maîtrise d'ouvrage	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Figure 37 : Extraits des questions du questionnaire du 13.03 de l'Annexes_M_3.5.

La première partie du questionnaire interroge sur les thématiques d'études tandis que la deuxième partie procède à l'identification du candidat (rôle, niveau de français, commentaires, etc.). Dans la première partie, les questions posées aux participants évaluent le terrain d'étude à savoir si celui-ci est perçu comme propice à l'échange et à la prise de décisions (cf. Annexes_M_3.5, Question 1.1) mais également sur le type de support de l'information identifié et utilisé par les acteurs de projet (cf. Annexes_M_3.5, Question 1.2) et si ceux-ci prennent part à l'action (cf. Annexes_M_3.5, Question 1.3). Ensuite, les questions 1.4 et 1.5 se focalisent sur une estimation de la fréquence de parole des acteurs selon leur rôle et s'il y a des interactions avec la maquette BIM.

Prévision d'entretien

Afin de s'assurer de la bonne compréhension des questions qui s'avère précises sur la thématique et qui peuvent questionner sur des nuances délicates, nous avons choisi de mettre en place les entretiens si nécessaires au vu d'une pré-analyse des réponses (cf. figure 41).

Evolution du questionnaire

Les protocoles d'enquêtes décrivent plus en détails les modalités du questionnaire et des entretiens. Nous avons été amenés à faire évoluer la forme et l'énoncé des questions à la suite des premiers tests mais aussi du fait du changement du cadre de la réunion ne permettant pas les mêmes observations (cf. §4.2.2). Des questions portant sur l'observations des autres acteurs en réunion se sont avérées complexe voire impossible en visioconférence lorsque le coordinateur partagé son écran pour la revue des clashes.

4.2.2. Mise en place des protocoles

Les protocoles décrits précédemment et dans les *Annexes_M_3* ont fait l'objet de tests en situation proches de celle des expériences puis ont été appliqués pour les études souhaitées (cf. figure 30).

- **Préparation des expériences**

Le protocole d'observation en co-présence physique (cf. *Annexes_M_3.1*) a été mis en place avant la réunion avec l'aide d'Aurélie Jeunejean et Anabelle Rahhal. Nous avons en amont de la réunion disposé la salle comme défini sur le schéma de montage et procédé aux tests visuels (cadrage des caméras) et sons du matériel. Le schéma (cf. figure 31) fait état des lieux de l'ensemble du matériel disposé et les branchements : micros, interfaces sons, câblages électrique, caméras et les différentes connexions électriques.

Pour les réunions en visioconférence, à l'aide des coordinateurs techniques, nous avons testé l'enregistrement de la vidéo et le partage d'écran mais beaucoup d'aspects n'ont pas été contrôlés avant la 1^{ère} réunion en visioconférence le 20 mars (les outils de chaque acteur, les connexions, etc.).

- **Déroulement des expériences**

Au moment des réunions de coordinations, les acteurs sont filmés et enregistrés vocalement par les dispositifs décrits ci-dessus (cf. figures 38 & 39). Par ailleurs, la grille de prise de note sert de support pour noter les informations importantes et décrire le déroulé de la séance. Les réunions s'organisent comme sur les deux photos suivantes :

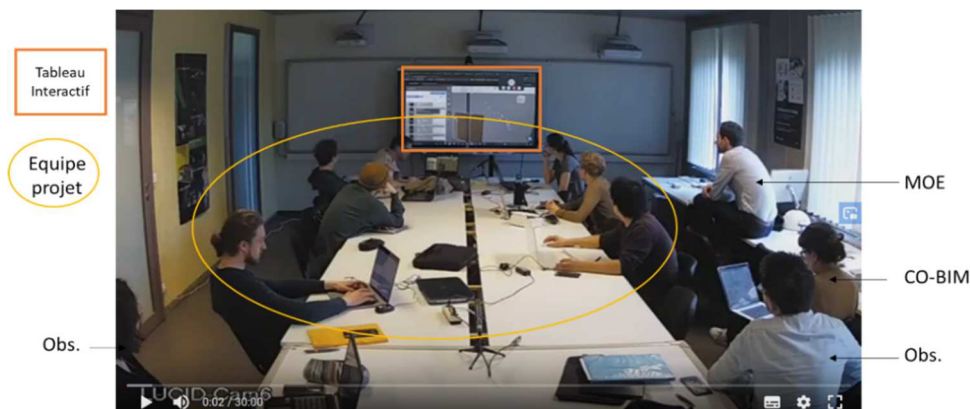


Figure 38 : Point de vue de la cam 6 réunion du 13 mars (Données de projet SDC 2019-2020).

Les acteurs autour de l'îlot de tables interagissent entre eux et visionnent des éléments du projet sur le tableau interactif. Les observateurs sont au fond de la salle pour ne pas perturber les échanges.

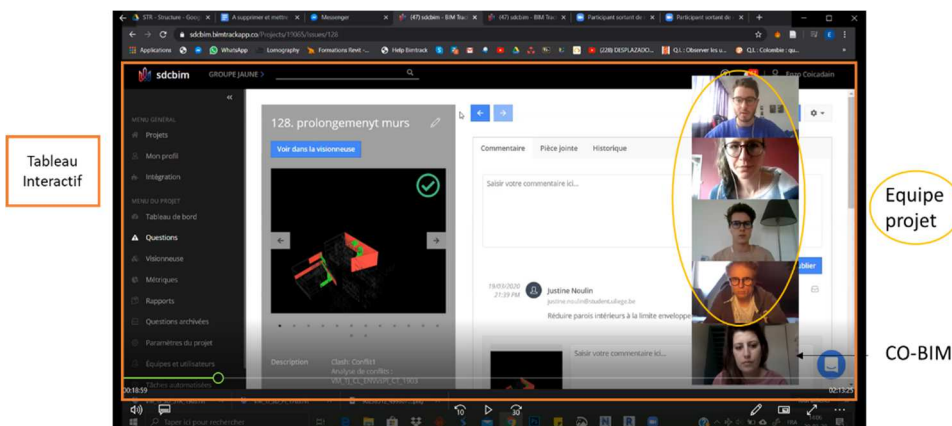


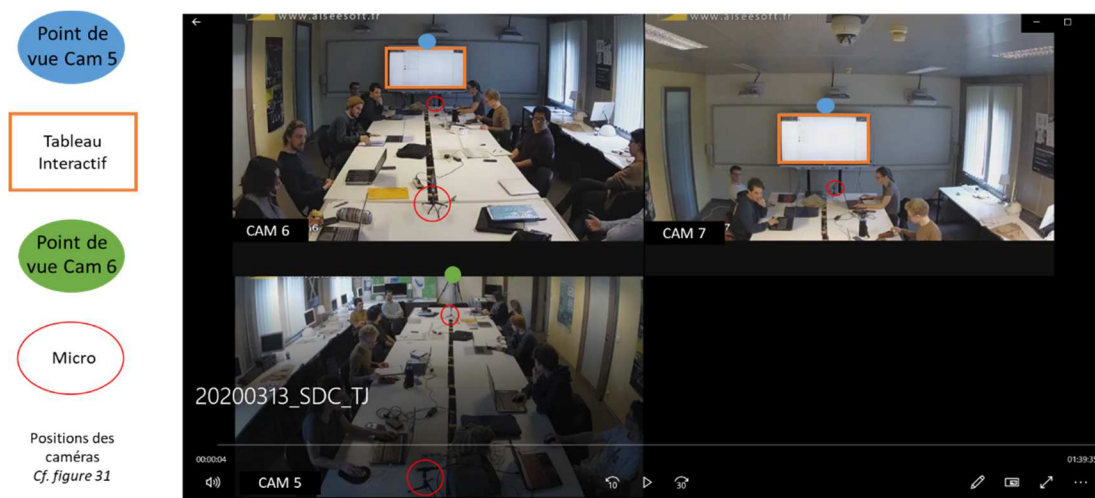
Figure 39 : Point de vue de l'écran partagé de la réunion virtuelle du 20 mars (Données de projet SDC 2019-2020).

Seulement quelques vignettes de vue des caméras des acteurs sont affichées pour pouvoir visionner l'écran de partage avec les éléments du projet. Chaque acteur renomme son pseudo avec ses rôles. Pour l'ensemble des réunions, la grille de prise de notes s'effectue en numérique et est complétée a posteriori de la réunion en visionnant les vidéos si la prise de notes en direct n'est pas suffisamment rapide.

- **Récupération des données d'expériences et adaptations**

Récupération des données d'expériences

A la suite des réunions, nous récupérons les vidéos auprès de Aurélie Jeunejean qui les rassemblent et les compilent pour obtenir la vue des 3 caméras en même temps que le son, comme l'image ci-dessous. Cela nous permet par la suite de noter les interactions des acteurs avec le tableau interactif par exemple.

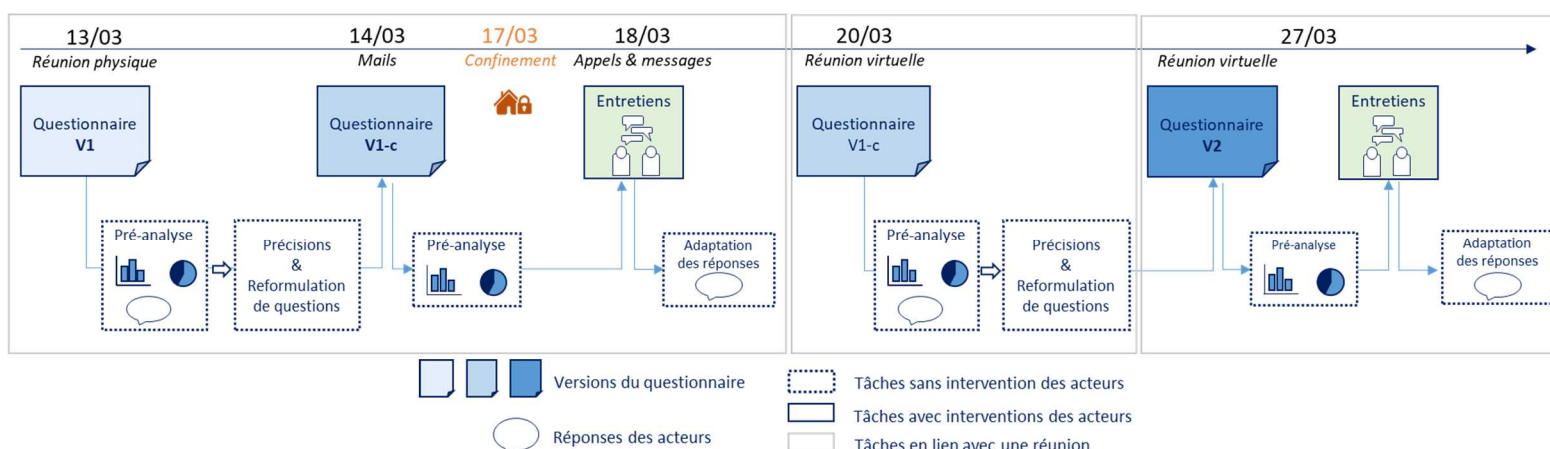


Pour les réunions virtuelles, soit le coordinateur technique, soit les observateurs eux-mêmes peuvent enregistrer la réunion et la partager.

Diffusion du questionnaire et adaptation

Après les réunions de coordination, le questionnaire est transmis aux acteurs de projet via un lien Google Form pour être rempli dans les plus bref délais (pour se souvenir de la réunion en question). Après chaque réunion et chaque questionnaire rempli, les réponses sont pré-analysées pour savoir si elles ont été bien comprises et si un entretien est nécessaire pour des précisions de réponses par certains acteurs.

De plus, lors de la première diffusion du questionnaire (récolte de données et test en même temps), nous allons le faire évoluer en fonction des retours et des réponses. Celui-ci n'était pas voué à évoluer par la suite ; cependant avec le changement de modalité de réunion, nous avons également adapté les questions au passage à la réunion à distance. Le schéma et les graphiques ci-dessous illustrent la méthode mise en place pour accorder le questionnaire à la suite des premiers retours et, ensuite adapter avec les nouveaux points de vue par caméras.



Lors de la première réunion du 13.03, le questionnaire V1 est envoyé aux acteurs (version test mais effective). A la suite de leurs retours et une pré-analyse, le questionnaire V1-c avec des questions rectifiées et dites « complémentaires » (« c ») est envoyé. Celui-ci a vocation de préciser les demandes du questionnaire pour être comprises de tous.

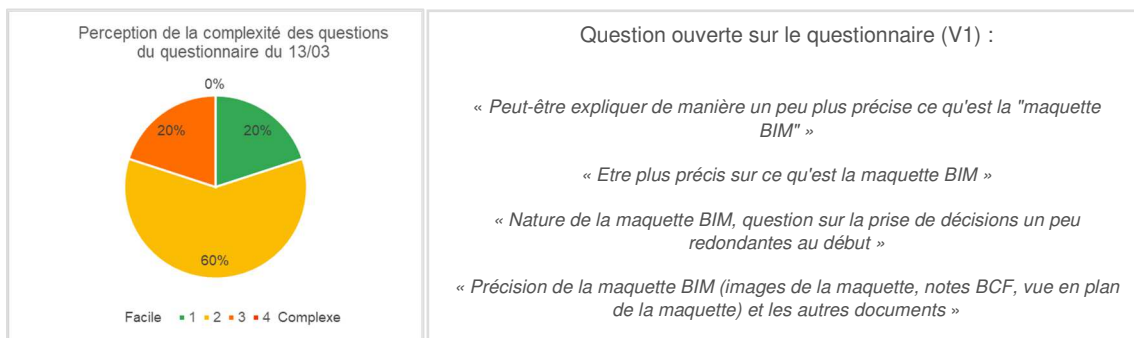


Figure 42 : Pré-analyse du questionnaire V1 envoyé le 13.03.

A l'image des remarques effectuées dans le questionnaire (cf. Annexes_M_3.5), certaines précisions sont à apporter à la première version du questionnaire notamment concernant la « maquette BIM ». De plus les questions 1.4 et 1.5 sont mal comprises par les acteurs de projet dans la version V1 du questionnaire (cf. Annexes_M_3.5 & Annexe_D_1) et nous remarquons que 20% des acteurs estiment le questionnaire assez complexe à compléter. Nous créons alors des questions complémentaires pour que les acteurs comprennent le sens et les nuances des questions. Une particularité est la double casquette des partenaires de projets, il est demandé de différencier quand « tel ou tel rôle » prend la parole ou interagit avec les acteurs mais comme tous ont deux rôles, les deux sont souvent confondus (cf. Annexes_M_1.2).

Une version complémentaire du questionnaire est envoyée avec des précisions sur les questions 1.1, 1.4 et 1.5 (cf. Annexes_M_3.5 & Annexe_D_1) et il est demandé aux acteurs d'estimer la complexité vis-à-vis du précédent :

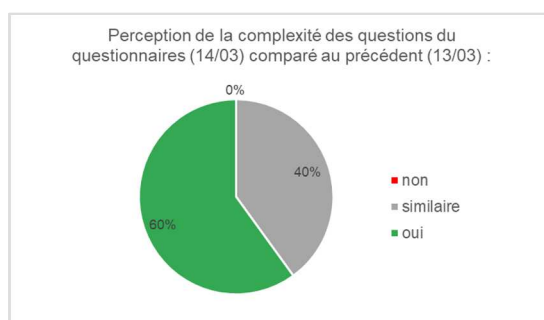


Figure 43 : Pré-analyse du questionnaire V1-c envoyé le 14.03.

Avec la version V1-c du questionnaire une grande majorité des acteurs ont saisi les demandes précises des questions et notamment la nuance des différents rôles pour une même personne. Afin de s'assurer de ces résultats, nous procédons à des entretiens pour les réponses « atypiques » et pour les profils qui ont quelques difficultés avec la langue d'étude. A la suite des entretiens avec les précisions de chacun des acteurs, les réponses sont adaptées en fonction de l'échange (réponses du 18.03).

Cette partie est considérée comme test du questionnaire et adaptation en fonction du déroulement de la réunion et de la compréhension des acteurs (ajout de précision et affinement des catégories).

1.5 Pour la réunion de coordination, qualifier la fréquence d'interaction avec la maquette BIM (geste, pointage, verbal, manipulation, demande de changement d'angle de vue, etc) de chacun en réunion des rôles : *

La maquette BIM : la maquette numérique 3D dans laquelle est insérée ou sera insérée de l'information. Ici, la maquette BIM est entendue comme toute apparition de la maquette sur tous supports pendant la réunion (image, collaeb, bimtrack, etc.)

Pour la question suivante, considérez le rôle qu'endosse la personne qui prend la parole. Particulièrement les coordinateurs techniques et organisationnels (ici ils peuvent intervenir comme modélisateur ou coordinateur mais pas les deux en même temps), pour la cas de la réunion du vendredi 13.03 :

Figure 44 : Ajout de précisions dans le questionnaire V1 pour créer V1-c.

Pour la suite des réunions sensées être en co-présence physique initialement, nous avons ajusté le questionnaire après la réunion du 20.03 sur remarques des acteurs. Quelques nuances et reformulations ont été ajoutées mais les questions restent comparables à la version V1-c.

4.3. Phase 3 : Traitements des données

Dans la dernière phase méthodologique, nous avons traité deux types d'informations en parallèle : les données récoltées des vidéos et des grilles de prises de notes ainsi que les avis des acteurs par le biais des questionnaires et entretiens (cf. figure 45).

Pour le premier type de données dites objectives, l'ensemble des vidéos des réunions et des grilles de prises de notes vont permettre le choix des réunions d'études. Nous souhaitons porter notre attention sur une réunion en co-présence physique et une en virtuelle pour un seul groupe : la « team jaune ». Ensuite, les vidéos sont retranscrites puis encodées selon une grille prédéfinie grâce aux exemples présentés au §2.4.3 et une réappropriation pour s'adapter aux questions de recherche et au cas d'étude précis.

Pour le second type de données, les avis des acteurs sur les réunions sélectionnées sont regroupés pour connaître les avis finaux (post-entretien). Ensuite dans le chapitre 5 les résultats sont présentés, étudiés et analysés.

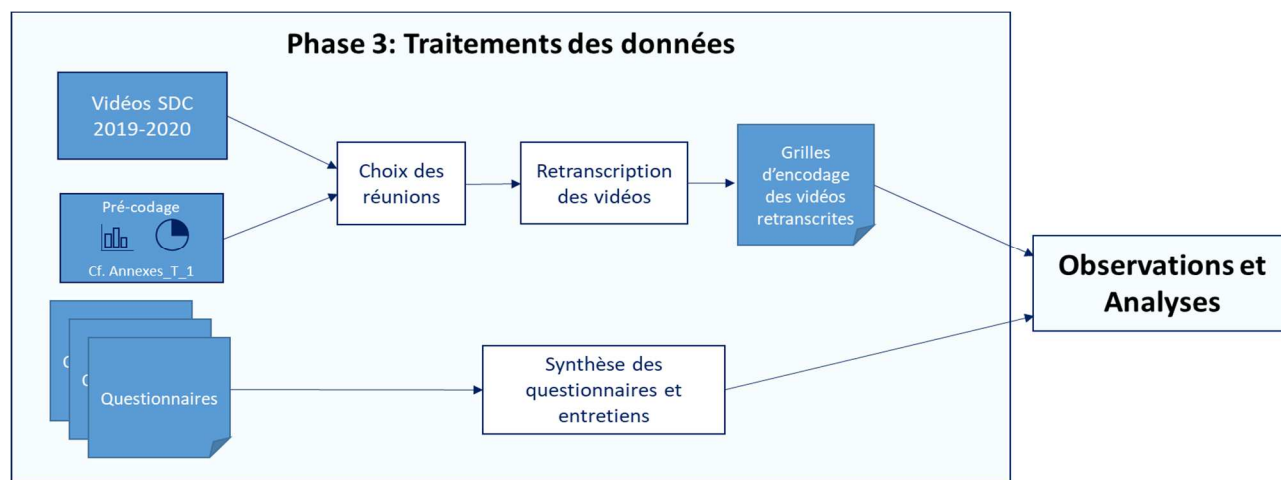


Figure 45 : Processus méthodologique de la phase 3.

4.3.1. Pré-codage avec la grille de prise de notes : sélection des réunions

Lors des réunions, nous choisissons de prendre des notes répertoriées dans les grilles de prises de notes (cf. Annexes_M_3.3 & Annexes_T_1). Ces dernières sont créées à partir des constats réalisés dans la synthèse du chapitre 2 (cf. figures 48 & 49). Les grilles constituent une première base d'analyse de la réunion d'un point de vue macro. Aussi, nous pouvons percevoir les différentes séquences de la réunion notamment les classer en fonction des thématiques abordées : organisation, modélisation (détection de clashes), exploitation et simulation. Ces dernières renvoient aux différentes missions des acteurs de projet (cf. Annexes_M_1.2).

Comme évoqué au §4.1.3, les séquences sur lesquelles nous portons notre intérêt sont les phases de « détection de clashes » puisqu'elles favorisent les échanges multidisciplinaires, les prises de décisions et indirectement l'utilisation d'OIC. Dans la grille de prise de notes ci-dessous, nous avons identifié les intervalles dédiés à la détection de clashes (en vert) et les autres thématiques dans une même colonne (en orange). Une évaluation du temps passé sur les thématiques principales d'une séquence est estimée dans la première colonne. Nous inscrivons la thématique prédominante même si parfois les sujets traitent de plusieurs thématiques en même temps pris indépendamment du contexte.

00:18:48	00:18:48	Clashes	Explications générales de clash récurrent (structure-enveloppe)
00:20:45	00:20:45		
00:20:45	00:20:45	Exploitation	Robot - ca marche ?
00:21:43	00:21:43		
00:21:43	00:21:43	Clashes	Explications générales de clash récurrent (structure-enveloppe)
00:22:13	00:22:13		
00:22:13	00:22:13	Clashes	Question M_enveloppe, largeur des murs
00:23:17	00:23:17		
00:23:17	00:23:17	Simulation	Robot - test
00:24:00	00:24:00		

Figure 46 : Grille de prise de note de la réunion du 13.03 extrait de Annexes_T_1.

Ainsi, pour l'ensemble des réunions étudiées nous avons catégorisé les séquences des réunions par thématiques abordées ainsi que les temps estimatifs de discussion sur ces sujets. Cela nous permet de faire une approximation du temps global passé sur chacune des thématiques par réunion. Pour les trois réunions auxquelles nous avons assisté dans le cas de la « *Team jaune* », la répartition du temps passé par thématiques est le suivant :

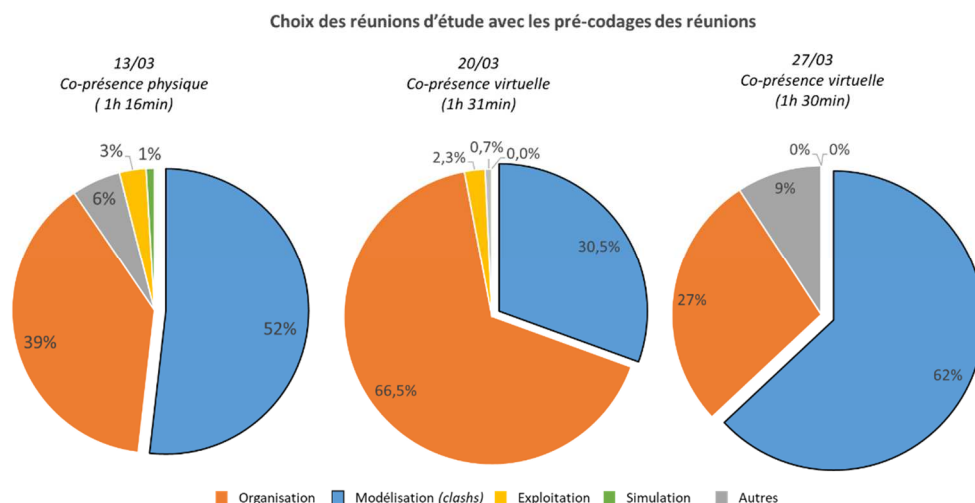


Figure 47 : Répartition temporelle des thématiques d'études pour les 3 réunions du mois de mars extrait de Annexes_T_1.

Les estimations de durée de discussion sur les 5 thématiques sont rapportées sur la durée totale de la réunion. Nous avons pris en compte le temps « *utile* » de réunion, c'est-à-dire sans la mise en place initiale et les discussions finales sur d'autres sujets. Pour les 3 réunions nous avons des temps similaires.

Nous avons au préalable effectué une sélection de réunions orientées modélisation au regard des expériences de SDC 2018-2020. Avec les événements récents de la pandémie du COVID-19, nous avons trouvé opportun de conserver l'étude de deux réunions dans deux contextes différents, plutôt qu'une initialement prévue. Le tableau des durées de réunions nous indique que nous comparons sur une même base l'ensemble de celles-ci. La première réunion est plus courte ; cela peut s'expliquer par sa disposition en co-présence physique et non virtuelle comme les autres (temps de reconnexion durant la réunion nécessaires).

Sur la figure 46, nous constatons que la détection de clashes représente une part importante des sujets de discussions dans chacune des réunions au moins 30% du temps et une part majeure comparée aux autres missions d'exploitation et de simulation. L'organisation quant à elle occupe une large partie du temps d'échange : au minimum 27%. Cette dernière reste cependant constante sur l'ensemble du projet ou tout du moins élevée. Effectivement, la compréhension entre les acteurs est vouée à s'améliorer au fur et à mesure du projet du fait de la création d'un référentiel commun et logiquement réduire en partie le temps d'organisation. Toutefois, comme les missions des acteurs changent en cours de projet ou se multiplient, le temps d'organisation reste très probablement élevé. Nous notons que la réunion du 20.03 présente une part plus importante de thématique d'organisation, cela peut s'expliquer par le fait que ce soit la 1^{ère} réunion post confinement (cf. figure 47). Les acteurs nécessitent davantage de temps pour se coordonner et organiser leurs missions à distance.

Au niveau du planning du projet (cf. figure 25 & Annexes_M_1.4), les trois réunions s'enchaînent pour aboutir ensuite à la revue intermédiaire où les acteurs ont pour objectifs de présenter une modélisation aboutie et commencer à porter leur attention sur les problématiques d'exploitation. Aussi, le choix des réunions du mois de mars s'avère pertinent pour l'étude. En effet, la prépondérance de discussions autour de la modélisation et spécifiquement de la détection de clashes est soulignée par ces graphiques.

Dans l'objectif d'étude des séquences de modélisations, nous sélectionnons les réunions du 13.03 et du 27.03 afin de couvrir les deux modalités de réunion avec plus de la moitié des thématiques abordées sur la détection de clashes entre les maquettes. La réunion du 20.03 s'est avérée utile pour la compréhension du projet, la continuité des évolutions et pour assister à la mise en place de l'organisation à distance.

4.3.2. Création et retranscription dans la grille d'encodage

A l'aide de méthode d'analyse des modalités de communication décrite dans le chapitre 2 §2.4.3 et des méthodes mises en place dans l'expérience du cours d'Analyse des Processus de Conception (Ben Rajeb, S. & al., 2016 ; Ben Rajeb, S. & al., 2020), nous avons défini les thématiques à observer lors des réunions de coordination : les rôles des acteurs, une catégorisation des types d'échanges et les types d'Objets Intermédiaires Collectifs (OIC). Nous avons utilisé dans un premier temps la grille de Martin (cf. §2.4.3) comme base de catégorisation des verbalisations puis nous l'avons faite évoluer au grès de nos besoins. Dans un second temps, pour classer les OIC nous sommes partis de ceux répertoriées par Rahhal (Recherches doctorales en cours) (cf. figure 29).

- **Création d'une grille d'encodage initiale pour l'expérience 0**

Avant le déroulement des expériences, nous avons créé une grille préliminaire d'étude pour analyser les vidéos des expériences de SDC 2018-2019 afin de définir la pertinence de celle-ci et les besoins supplémentaires. L'Excel de codage se présente comme dans l'image ci-dessous avec 6 zones (l'ensemble de celles-ci sont détaillées dans la version finale de la grille d'encodage). L'ensemble des codes associés aux acteurs, rôles, OIC, etc. sont répertoriés dans les documents *Annexes_M_1* et *Annexes_M_3.2*. la figure 48 se divise en 6 zones :

- 1) Zone d'informations générales (date, nombre de participants, etc.),
- 2) Zone de retranscription des tours de paroles et des codes attribués à chaque acteur
- 3) Zone d'identification des rôles des acteurs du projet en fonction des missions,
- 4) Zone de classification des verbalisations avec les catégories de Martin (2001) (cf. tableau 15),
- 5) Zone d'identification de l'interaction avec des OIC sur bases des supports de l'information répertoriés par Rahhal (à paraître),
- 6) Zone d'encodage des données observées avec un « 1 » lorsqu'une catégorie en colonne caractérise une ligne de tour de parole. Un tour de parole compte un « 1 » dans la zone jaune, un dans la zone verte et la zone bleue.

A la suite du codage d'une réunion de SDC 2018-2019 comme test de la grille, nous avons constaté un certain nombre de points d'améliorations et d'adaptations nécessaires pour la suite :

- Les observateurs de SDC 2019-2020 n'interviendront pas en réunion (pas d'ajout de rôle nécessaire),
- La thématique générale du tour de parole est manquante et nécessaire pour connaître l'instant de basculement sur un autre sujet comme dans la grille de prise de notes (cf. figure 32),
- Nous avons observé que certains éléments pouvaient être identifiés dans deux catégories de la grille de Martin (les « 1 » en rouge dans l'exemple) : adaptation des catégories,
- Des numéros pour chaque tour de parole sont nécessaires pour y faire référence dans le codage des arguments ou contre-arguments à une idée première : ajout de deux colonnes « n° de verbalisation » et « référence de verbalisation n° »,
- Dans la suite de l'étude nous n'utiliserons pas les données de temps comme données d'exploitation,
- Pour la catégorie de stabilisation, les échanges de SDC 2018-2019 ne confirment pas oralement si c'est une stabilisation positive ou négative mais cela se fait implicitement : ajout de catégories,
- Dans les catégories d'OIC, nous remarquons que les supports de l'information sont identifiés mais ceux-ci ne font pas nécessairement référence à des OIC et certains OIC manque (les gestes notamment) : les catégories d'OIC seront redéfinies,
- D'après la grille de prise de notes, nous nécessitons d'identifier les séquences d'études du projet à savoir : modélisation, exploitation, simulation. Nous ajouterons avec la zone (3) en jaune des colonnes permettant d'identifier celles-ci ainsi que les temps d'organisation.
- La définition du tour de parole ne permet pas de coder avec suffisamment de détails les idées des acteurs de projet. Une unité plus « petite » est nécessaire pour identifier qu'une idée par ligne de codage (méthode de retranscription).

A la suite de ces constats, nous avons appuyé la création d'une nouvelle grille d'encodage sur les grilles de Martin (2001), COMET (2001) et Beers (2001) décrites dans le §2.3.4 et des données de recherche de Rahhal, A (Recherches doctorales en cours) (cf. figure 29).

Date : 13/04/21		Rôle		Type d'échange		OIC	
Acteurs : 1 Preneur : 5,1		Rôle de l'acteur : 3		Comment ?		Avec quoi ?	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°1		N°4	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°2		N°3	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°3		N°4	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°4		N°5	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°5		N°6	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°6		N°7	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°7		N°8	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°8		N°9	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°9		N°10	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°10		N°11	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°11		N°12	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°12		N°13	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°13		N°14	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°14		N°15	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°15		N°16	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°16		N°17	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°17		N°18	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°18		N°19	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°19		N°20	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°20		N°21	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°21		N°22	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°22		N°23	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°23		N°24	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°24		N°25	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°25		N°26	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°26		N°27	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°27		N°28	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°28		N°29	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°29		N°30	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°30		N°31	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°31		N°32	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°32		N°33	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°33		N°34	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°34		N°35	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°35		N°36	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°36		N°37	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°37		N°38	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°38		N°39	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°39		N°40	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°40		N°41	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°41		N°42	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°42		N°43	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°43		N°44	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°44		N°45	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°45		N°46	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°46		N°47	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°47		N°48	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°48		N°49	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°49		N°50	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°50		N°51	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°51		N°52	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°52		N°53	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°53		N°54	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°54		N°55	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°55		N°56	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°56		N°57	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°57		N°58	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°58		N°59	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°59		N°60	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°60		N°61	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°61		N°62	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°62		N°63	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°63		N°64	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°64		N°65	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°65		N°66	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°66		N°67	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°67		N°68	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°68		N°69	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°69		N°70	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°70		N°71	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°71		N°72	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°72		N°73	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°73		N°74	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°74		N°75	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°75		N°76	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°76		N°77	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°77		N°78	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°78		N°79	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°79		N°80	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°80		N°81	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°81		N°82	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°82		N°83	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°83		N°84	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°84		N°85	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°85		N°86	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°86		N°87	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°87		N°88	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°88		N°89	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°89		N°90	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°90		N°91	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°91		N°92	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°92		N°93	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°93		N°94	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°94		N°95	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°95		N°96	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°96		N°97	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°97		N°98	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°98		N°99	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°99		N°100	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°100		N°101	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°101		N°102	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°102		N°103	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°103		N°104	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°104		N°105	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°105		N°106	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°106		N°107	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°107		N°108	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°108		N°109	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°109		N°110	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°110		N°111	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°111		N°112	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°112		N°113	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°113		N°114	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°114		N°115	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°115		N°116	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°116		N°117	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°117		N°118	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°118		N°119	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°119		N°120	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°120		N°121	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°121		N°122	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°122		N°123	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°123		N°124	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°124		N°125	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°125		N°126	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°126		N°127	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°127		N°128	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°128		N°129	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°129		N°130	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°130		N°131	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°131		N°132	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°132		N°133	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°133		N°134	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°134		N°135	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°135		N°136	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°136		N°137	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°137		N°138	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°138		N°139	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°139		N°140	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°140		N°141	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°141		N°142	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°142		N°143	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°143		N°144	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°144		N°145	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°145		N°146	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°146		N°147	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°147		N°148	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°148		N°149	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°149		N°150	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°150		N°151	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°151		N°152	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°152		N°153	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°153		N°154	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°154		N°155	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°155		N°156	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°156		N°157	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°157		N°158	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°158		N°159	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°159		N°160	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°160		N°161	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°161		N°162	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°162		N°163	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°163		N°164	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°164		N°165	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°165		N°166	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°166		N°167	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°167		N°168	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°168		N°169	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°169		N°170	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°170		N°171	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°171		N°172	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°172		N°173	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°173		N°174	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°174		N°175	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°175		N°176	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°176		N°177	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°177		N°178	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°178		N°179	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°179		N°180	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°180		N°181	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°181		N°182	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°182		N°183	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°183		N°184	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°184		N°185	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°185		N°186	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°186		N°187	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°187		N°188	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°188		N°189	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°189		N°190	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°190		N°191	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°191		N°192	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°192		N°193	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°193		N°194	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°194		N°195	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°195		N°196	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°196		N°197	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°197		N°198	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°198		N°199	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°199		N°200	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°200		N°201	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°201		N°202	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°202		N°203	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°203		N°204	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°204		N°205	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°205		N°206	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°206		N°207	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°207		N°208	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°208		N°209	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°209		N°210	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°210		N°211	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°211		N°212	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°212		N°213	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°213		N°214	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°214		N°215	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°215		N°216	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°216		N°217	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°217		N°218	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°218		N°219	
Acteurs		Rôle de l'acteur : 3		N°219		N°2	

Zone 2 : Les verbalisations

Composition de la Zone 2

Dans la zone de verbalisations, les éléments en noir seront encodés systématiquement. Par ailleurs, ceux en gris seront encodés que ponctuellement car ces catégories sont utilisées pour faciliter le traitement de données mais ne feront pas l'objet d'exploitation en résultat (colonne à titre indicatif).

Début	Fin	Durée	Thématique	Acteur	Verbalisation	n°
				VL	C'est les vélux alors.	9
				JN	ok, ...	10
				JN	...dans ce cas il y a un percement à faire au niveau de la STR ...	11
				JN	... à voir mais si c'est au niveau de la toiture normalement c'est l'ENV qui le fait.	12
			STR - ENV	AC	J'ai pas touché...	13
				AC	...j'ai enlever les truc de toitures normalement, si je ne m'abuse	14
				JN	Je sais pas ce que c'est ce truc la	15

Codage à titre indicatif Codes thématiques Codes acteurs Verbalisations n° de verbalisation [1;x]

Figure 50 : Zone 2_Les verbalisations extrait de l'Annexes_T_1.

L'ensemble des codes acteurs et des thématiques sont répertoriées dans le dossier Annexes_M_1. Les colonnes de « début », « fin » et « durée » permettent de repérer les grandes thématiques ou des éléments remarquables. D'autres part elles indiquent pour la réunion du 27.03 le numéro de la vidéo d'étude (la vidéo de la réunion en visioconférence est découpées en 3 sous vidéos à cause du paramétrage du logiciel Zoom).

Pour une question de clarté dans l'étude des « verbalisations utiles » (verbalisations classées dans la zone 4 sauf régulation, cf. §Zone 4) et « verbalisations non utiles » (verbalisations classées dans la zone 2 : organisation, simulation, exploitation et, zone 4 : régulation, cf. §Zone 2 et Zone 4) les couleurs respectivement rose et verte les distinguent. La figure 53 dans le paragraphe d'explication de la Zone 3 illustre les deux types de verbalisations présentes dans les annexes de codage (cf. Annexes_T_1).

Retranscription des verbalisations

Dans ce cas par exemple de verbalisations, « JN » et « AC » expriment plusieurs idées à la suite. Le tour de parole initialement prévu pour le codage des verbalisations va être revu pour une unité plus fine. L'exemple ci-dessous synthétise l'idée de subdivision des verbalisations en fonction des idées contenues dans celles-ci. Le séquençage est réalisé pour s'intégrer dans une ou l'autre des catégories de verbalisations de la Zone 4 sans pour autant en changer la nature et le sens. Par ailleurs, la retranscription ne constitue pas un énoncé exact de la verbalisation de l'acteur dans le sens où les marqueurs phatiques d'attention (« Tu vois ? », « Tu sais », « ok »), les hésitations (« hum »), etc. ne sont codés que s'ils constituent à part entière une catégorie de verbalisation (cf. §Zone 4).

Codage en tour de parole			Codage en verbalisation séquencée selon les catégories			Catégories de verbalisations
VL	C'est les velux alors.	9	VL	C'est les velux alors.	9	Réitération
			JN	ok, ...	10	Convergence (R)
JN	Ok, dans ce cas il y a un percement à faire au niveau de la STR, à voir mais si c'est au niveau de la toiture normalement c'est l'ENV qui le fait.	10	JN	...dans ce cas il y a un percement à faire au niveau de la STR ...	11	Proposition 1
			JN	... à voir mais si c'est au niveau de la toiture normalement c'est l'ENV qui le fait.	12	Proposition 2
AC	J'ai pas touché, j'ai enlevé le truc de toiture normalement, si je ne m'abuse	11	AC	J'ai pas touché...	13	Contre argument (P1)
			AC	...j'ai enlevé le truc de toiture normalement, si je ne m'abuse	14	Argument (P2)

Figure 51 : Du tour de parole à la verbalisation.

Zone 3 : Les rôles

Composition de la Zone 3

Lorsque nous nous référons à l'annexe et au paragraphe §4.1.1, l'ensemble des rôles des acteurs sont détaillés ainsi que les missions qui leur sont confiées. Dans le cadre de cette étude, la modélisation est l'unique mission d'étude. Celle-ci se déroule en présence des acteurs de modélisation, du coordinateur technique et organisationnel (classé comme un rôle d'exploitation mais qui intervient dans les deux missions) et du trio de rôles représentant le client. Ainsi, dans la grille d'encodage, pour chaque acteur qui prend la parole, il y a deux possibilités :

- La thématique porte sur la modélisation : dans ce cas, le rôle qu'endosse l'acteur est encodé,
- Si la thématique s'oriente autour de l'exploitation, la simulation ou l'organisation, alors c'est la catégorie correspondante qui est encodée.

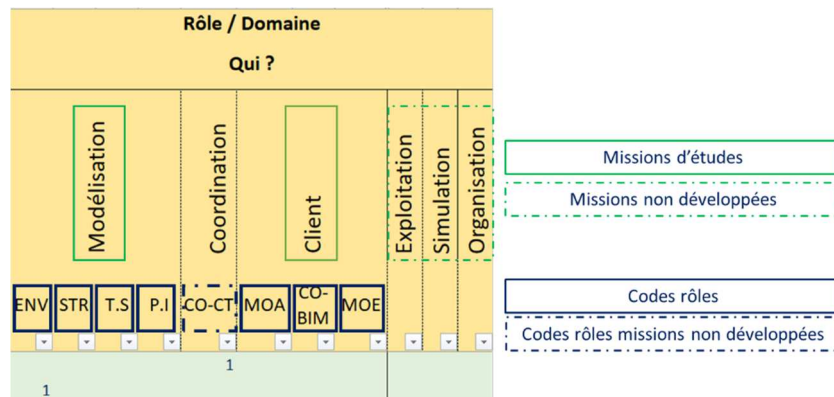


Figure 52 : Zone 3 _Les rôles et missions extrait de l'Annexes_T_1.

Encodage cas particuliers

Deux cas particuliers sont discernés dans le codage des verbalisations :

- L'acteur qui endosse le rôle coordinateur technique dispose également d'un rôle de modélisation. Dans ce cas, un seul des deux rôles est encodé selon le sens de la verbalisation dans son contexte.
- Les verbalisations d'organisations correspondent à des discussions pédagogiques, techniques (logiciels ou dispositifs à replacer, à reconnecter, etc.), pratiques (démonstrations en direct de réalisation d'une tâche sur un support logiciel ou autres) et organisationnelles (répartition des tâches pédagogiques).

Ci-dessous deux exemples de verbalisations d'organisation : en rose, « non utiles », les vertes correspondent à des verbalisations « utiles ».

							Modélisation				Coordination	Client			Exploitation	Simulation	Organisation
Début	Fin	Durée	Thématique	Acteur	Verbalisation	n°	ENV	STR	T.S	P.I	CO-CT	MOA	CO-BIM	MOE			
				BL	Ta une fonction qui s'appelle composant ...	409											1
				BL	C'est uniquement le composant ?	410											1
				BL	... tu peut faire composant insitu , tu devra choisir la famille	411											1
				AC	isolant	412											1
				BL	je sais pas comment vous l'avez defini	413											1
				JN	comme un toit	414											1
				VL	p4	1049											1
				EC	oui	1050											1
				VL	c'est un petit detail, c'est bat A mais comme c'est modeliser en structure	1051	1										
				VL	non revient celle avant	1052											1
				AC	la	1053											1
				VL	non la 4	1054											1
				EC	elle est où	1055											1
				EC	ouai voila	1056											1
				VL	c'était la 4	1057											1
				VL	ya juste la porte d'évacuation, elle arrive sous la poutre on pourrait peut être la décaler un peu	1058	1										
			STR														

Figure 53 : Zone 3 _ Verbalisations organisationnelles extrait de l'Annexes_T_1.

Composition de la Zone 4

En tenant compte des observations préalables de SDC 2018-2019 et des recherches mises en avant dans l'état de l'art, nous avons défini l'étude des verbalisations en combinant plusieurs approches.

En comparant les différentes catégories proposées par les chercheurs au §2.4.3, les définitions sont similaires, se rapprochent ou se distinguent entre les différentes appellations. Afin de sectionner les plus appropriées pour l'étude des réunions de coordination, nous avons réalisé un comparatif des notions illustré ci-dessous (*les définitions sont répertoriées dans les tableaux 11, 15 et §2.4.3*).

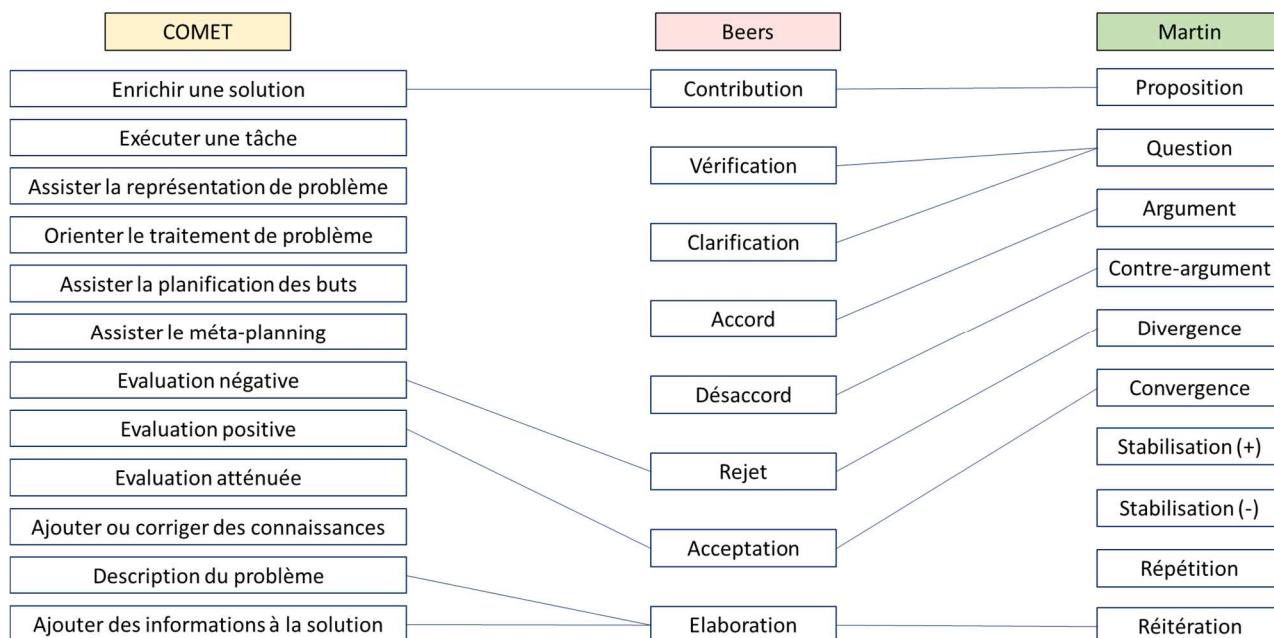


Figure 54 : Comparaison des catégories de verbalisations de COMET (2001), Beers présenté par Defays (2015) et Martin (2001).

A la suite de cette comparaison, les catégories qui présentent un intérêt pour l'analyse des échanges et de la prise de décisions sont retenues. Au vu de l'étude des expériences de 2018-2019 et des définitions de chacune des catégories, nous choisissons de conserver 13 catégories parmi celles de la figure 54 (les notions qui se rapportent à celles choisies sont encadrées en bleue). Nous avons parfois changé la dénomination ou adapté les définitions. Celles-ci sont accompagnées de 3 catégories supplémentaires qui visent à apporter des précisions ou prendre en compte les injonctions qui régulent la discussion.

Les notions adaptées du niveau argumentatif (Grille de Martin), du niveau coopératif (méthode COMET) ou des catégories de Beers. Les définitions sont reprises ou bien modifiées, nous nous baserons sur les suivantes :

- **Proposition** : Expression d'un nouveau sujet de conversation qui n'a pas encore été discuté avant qu'il soit introduit
- **Vérification** : Demande directe ou indirecte de précision du sens voulu d'une verbalisation
- **Argument** : Raison donnée pour faire admettre une proposition
- **Contre-argument** : Raison donnée pour rejeter une proposition
- **Réitération** : Redite d'un élément afin d'appuyer une idée
- **Répétition** : Demande de répétition d'une verbalisation
- **Réintroduction** : Réintroduction d'un élément déjà évoqué et traité au cours de la réunion
- **Divergence** : Incompréhension, mise en doute ou rejet d'une proposition
- **Rejet** : Incompréhension, mise en doute ou rejet d'une verbalisation autre que la proposition
- **Convergence** : Acceptation d'une proposition
- **Confirmation** : Acceptation d'une verbalisation autre que la proposition
- **Stabilisation positive (+)** : Après une ou plusieurs convergences ; les acteurs trouvent un accord sur une solution
- **Stabilisation négative (-)** : Après une ou plusieurs divergences ; les acteurs ne trouvent pas d'accord et restent sur un statu quo

Les catégories ajoutées sont les suivantes : Stabilisation implicite, Information, Régulation, Confirmation et Rejet. Nous choisissons de créer deux sous-catégories à chacune des stabilisations retenues : stabilisation (-/+) implicite et stabilisation (-/+) explicite. Cette dernière est considérée comme la valeur par défaut de la stabilisation. La régulation concerne les verbalisations qui organisent la conversation. Enfin, la catégorie information correspond à l'ajout d'informations sur le sujet sans prendre de position (inspirée des niveaux fonctionnels des grilles de Martin et de l'évaluation nuancée de COMET, cf. §2.4.3).

- **Stabilisation (+/-) implicite** : Les acteurs aboutissent à un accord exprimé de manière implicite
- **Information** : Ajout d'informations pour compléter la discussion
- **Régulation** : Examen/contrôle de la tâche de résolution de problème ou encore la conversation

La prise de décisions s'effectue lorsque les acteurs aboutissent à une stabilisation positive implicite ou explicite. De plus, les échanges sont classés en niveaux argumentatifs à l'image de la grille de Martin (2001) avec les mêmes définitions (cf. §2.4.3). Dans le but de conserver une constance et une certaine objectivité dans le codage des verbalisations, nous avons mis en place une grille décisionnelle (inspirée de Defays, 2015, p.230) pour pallier certaines ambiguïtés de codage :

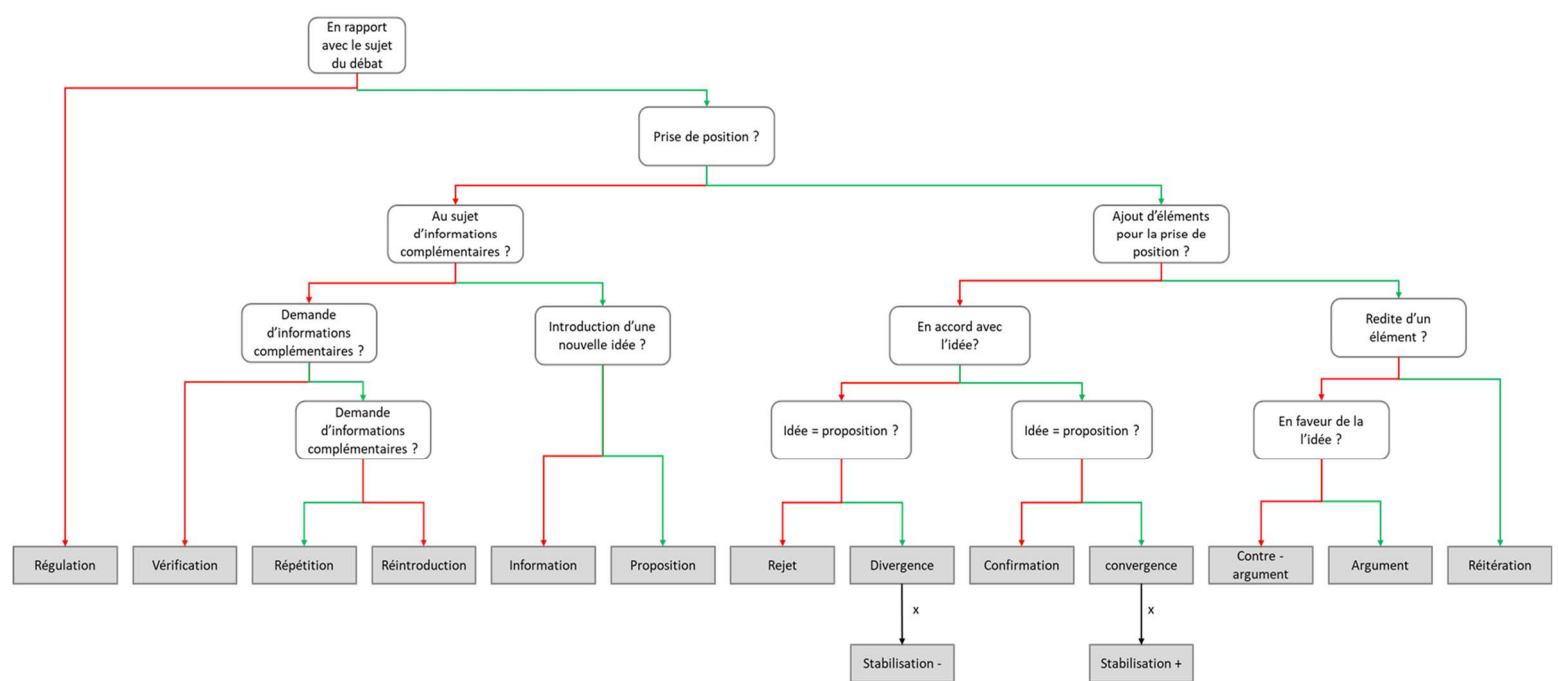


Figure 55 : Arbre décisionnel pour l'encodage des verbalisations

Date : 13-mars				Verbalisations														
Acteurs : Tous/ ...				Comment ?														
Observateur : S.J																		

Encodage de la Zone 4

L'encodage des catégories de verbalisation s'effectue sur le même principe que celui des rôles de la Zone 3. Chaque ligne de verbalisations possède un encodage unique et un numéro de référence de laquelle elle découle (déduction, contradiction, demande d'information, etc.). Notons toutefois deux cas particuliers d'encodage :

- Les nouvelles propositions ne possèdent pas de références (elles sont à la racine de l'arbre logique qui les lient aux autres verbalisations).
- Les stabilisations n'apparaissent que très rarement comme stabilisations explicites. La verbalisation qui y fait référence est souvent « *catégorisable* » autrement. Nous avons choisi pour le cas unique de la stabilisation (+/- et implicite/ explicite) d'effectuer un double codage lorsque qu'il y a une stabilisation (elle découle de plusieurs « *convergences* » ou « *divergences* »). Celle-ci sera le plus souvent codée avant un changement de thématique.

Les deux cas spécifiques sont visibles sur la figure 56 : en rouge la ligne où une stabilisation s'effectue avant un changement de sujet où l'on remarque en vert clair la verbalisation d'une nouvelle proposition racine.

Zone 5 : Les Objets Intermédiaires Collectifs (OIC)

Composition de la Zone 5

Nous souhaitons analyser l'utilisation des OIC au cours des réunions. Une liste a été préétablie en fonction de l'utilisation des outils lors de SDC 2018-2019. Cette dernière a été amenée à évoluer en fonction de nos observations dans SDC 2019-2020 et des retours de questionnaires remplis par les acteurs de projet. Dans les deux cas, les listes établies s'orientent sur la notion de « support de l'information » au cours de la réunion de projet grâce auxquels les acteurs échangent des informations manuscrites, gestuelles, numériques, etc.

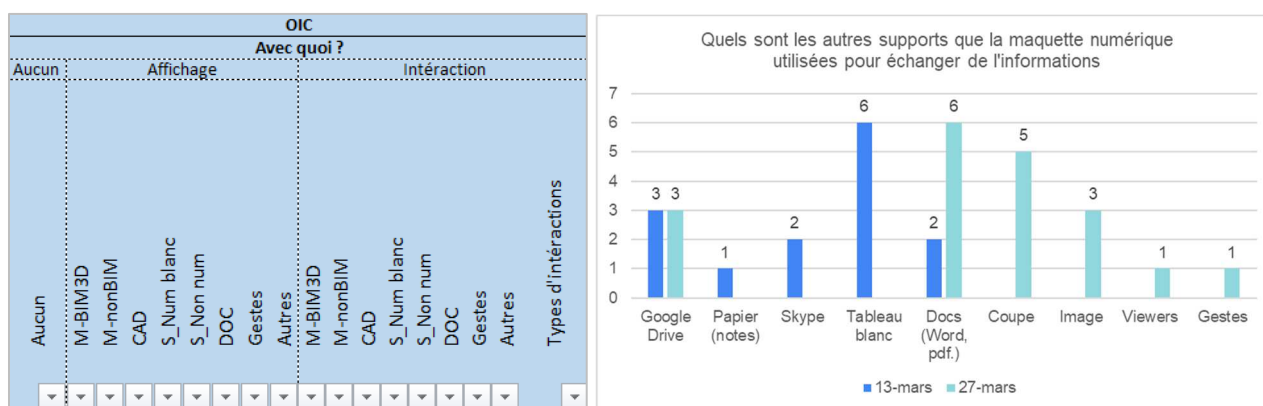
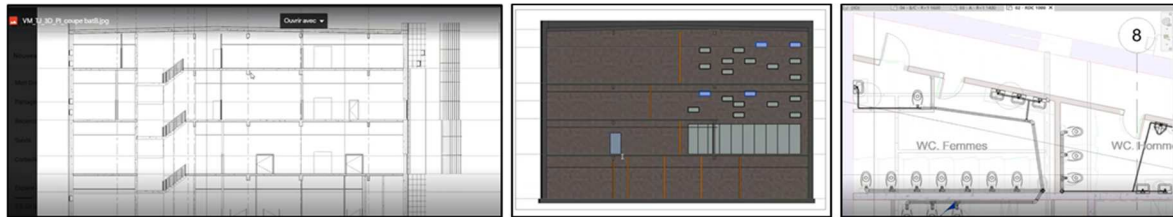


Figure 57 : (gauche) Grille d'encodage initiale des OIC extrait de l'Annexes_T_1_ (droite) Question post-réunion sur l'identification des supports d'informations utilisés.

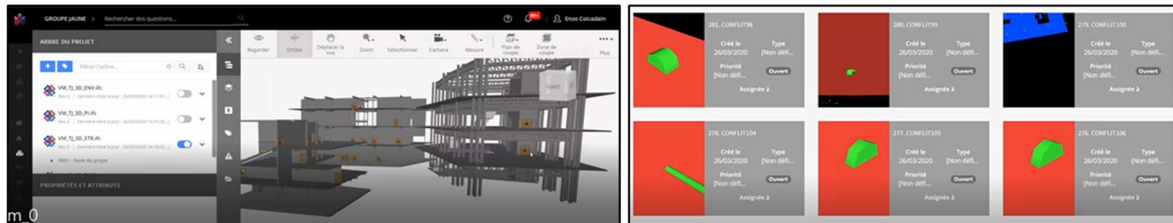
Sur l'image de gauche, les catégories de supports de l'information se distinguent en support « S_ » de l'information sans affichage de maquette 3D, ou avec présence d'une maquette « M_ ». Les « Doc » font référence aux supports pdf., Word., etc. et les CAD sont propres à la modélisation 2D (Plan ou coupe dessinés sur des logiciels comme Autocad). Ces éléments sont identifiés à partir des réunions de coordination de SDC 2018-2019 dans l'expérience 0.

Sur l'image de droite, le questionnaire recense dans une question les supports de l'information autre que la maquette numérique en elle-même. Nous avons synthétisé les réponses en grandes catégories sur les deux réunions. Trois grandes classes se distinguent pour notre étude : les supports qui présentent des éléments extraits provenant de la maquette numérique (Image miniature, Zoom sur un clash, vue de la maquette sur un logiciel de visualisation _ viewer , coupe et plan extrait de celle-ci, etc.), ceux qui ne sont pas liés à la maquette (Dessin sur tableau blanc, documents d'organisation comme le protocole, etc.) et les gestes qui n'utilisent pas de supports à proprement parler mais qui miment ou pointent des éléments de projet.

Les extraits d'images de vidéos suivantes offrent une vision du panel de supports de l'information utilisés en réunions de coordination :



Plans et coupes réalisés à partie de la maquette numérique



Vue de la plateforme BIMtrack (viewers)

Figure 58 : Supports de l'information présentant un aspect de la modélisation de la maquette numérique.

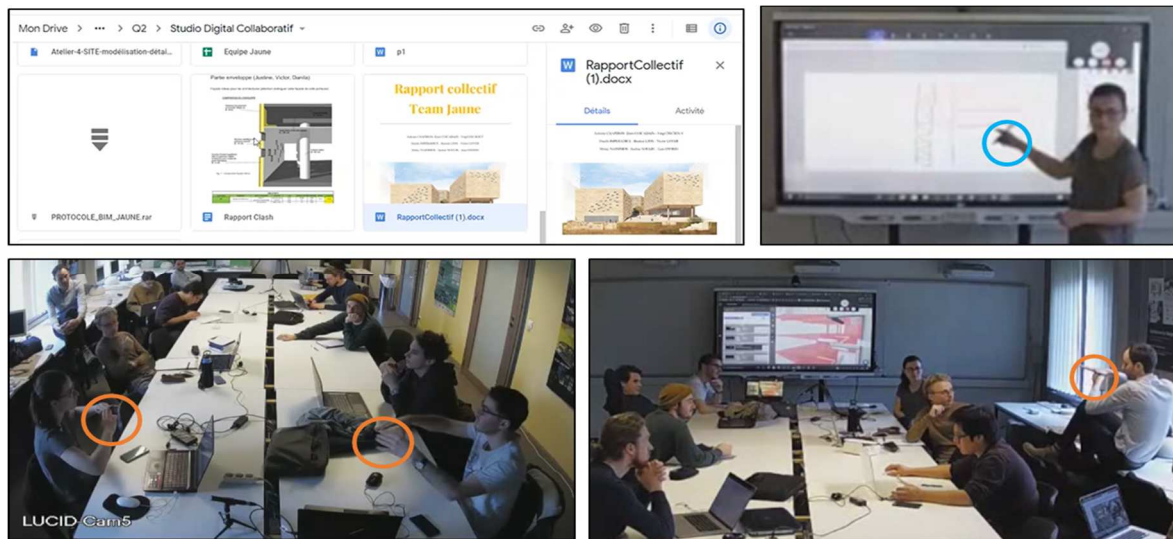


Figure 59 : Supports de l'information qui font référence à des aspects du projet sans modélisation numérique.

Afin de répondre à la question de recherche posée portant sur l'impact de la maquette numérique, une grille finale de classement des OIC considérés voit le jour. Nous avons sectionné plusieurs OIC selon les critères suivants pour les étudier par la suite en combinaison avec les autres données :

- La maquette numérique ou toutes les formes d'OIC qui se rapportent à celle-ci sont encodées : Plan, coupe, vue générale et vue partielle qui sont extraits de la maquette directement ou par un logiciel,
- Les supports de l'information non liés directement à la maquette numérique mais qui représentent une problématique de celle-ci (dessin sur tableau blanc d'un clash au sein de la maquette numérique, documents sur lesquels ont été déposés des captures écran par exemple de vue coupe plan de la maquette numérique),
- Les gestes mimétiques de caractéristiques du projet (épaisseur des dalles, pente de toiture, etc.) ou des gestes de pointage vers un des éléments cités plus précédemment (à la main outillée ou non, ou avec la souris utilisée comme un pointeur).

Par ailleurs, deux actions d'utilisation des OIC seront différenciées : l'affichage et l'interaction. La première sera récoltée à titre indicatif et plusieurs OIC pourront être affichés en même temps (Vue et coupe par exemple de la maquette numérique). La seconde repère les instants d'interactions d'un acteur avec un OIC en appui de son discours. Une colonne « Qui ? » vise à qualifier quel acteur interagit avec l'OIC, nous focalisons notre attention sur l'orateur mais des cas particuliers sont décrits ci-après (encodage de la Zone 5). La Zone 5 de recensement des OIC se présente comme suit :

OIC	
Avec quoi ?	
Affichage	Interactions
Viewers vignettes 3D	Viewers vignettes 3D
Viewers seul	Viewers seul
Maquette 3D	Maquette 3D
Plan	Plan
DOC	DOC
Coupe	Coupe
Tableau num blanc	Geste_souris
Autres	Geste_Main
Aucun	Tableau num blanc
Qui ?	Autres
	Régulation
	Type d'interactions
	Qui ?

Figure 60 : Zone 5 _ L'affichage et l'interaction avec les OIC extrait de l'Annexes_T_1.

Encodage de la Zone 5

De la même manière que les parties précédentes, lorsqu'un des éléments est affiché ou si le locuteur interagit avec une des catégories, nous codons un « 1 ». Toutefois, dans la Zone 5, plusieurs OIC peuvent être affichés (Vignette maquette numérique et un plan sur le même écran que regardent les acteurs) ou en interactions en même temps (un geste associé à un autre OIC, seul cas possible). La colonne régulation permet de coder les gestes « parasites » qui ne représentent pas une interaction (à titre indicative, non exploitée par la suite).

Une des particularités dans le cas de réunions de coordination est que le coordinateur technique gère l'écran de partage. Dans la majorité des cas, seulement cet acteur affiche ou interagit avec le tableau interactif. Bien que nous cherchions à étudier les interactions du locuteur avec les OIC au moment de son discours, dans certains cas c'est le coordinateur qui réalise l'interaction. Celui-ci est alors identifié dans la colonne « Qui ? » Par ailleurs, la colonne « Type d'interaction » spécifie les gestes ou les mouvements réalisés sur l'écran de partage sur les OIC. Par exemple, lorsque la maquette 3D est codée comme affichée et en interaction, nous notons des informations indicatives non utilisées dans les résultats mais pour la compréhension dans l'exploitation des résultats (la ou les maquettes « métiers » par exemple affichée si cela est perceptible).

Par ailleurs, nous avons pu noter la présence de nombreux gestes ayant un rôle de support aux communications verbales ou servant de représentations à part entière pour décrire le projet d'étude. Contrairement à Visser et Détienne (2005 et 2006) qui construisent une méthodologie de prise en compte des interactions graphico-gestuelles à partir de la méthode COMET, nous pencherons pour une approche statistique et d'observation comme le proposent Mayeur et, *al.* (2011) et Defays (2015). Effectivement, nous allons quantifier et qualifier un type de gestes en particulier faisant partie des « gestes représentationnels » (Visser, 2001) qui apparaissent pour décrire le projet à la manière d'un objet intermédiaire. Cela recouvre les catégories décrites par Mayeur et al. (2011) (*cf. tableau 8*) des « gestes déictiques » et les gestes dits « mimétiques » (Defays, 2015 ; *cf. §2.4.2*). De plus, les gestes selon Visser (2010, p.8) « peuvent contribuer à la construction de la représentation de l'artefact ». Ces derniers matérialisent dans l'espace un aspect du projet en mimant des caractéristiques (distances, superpositions d'éléments, etc.) ou en désignant une référence telles qu'une vue, une modélisation, etc. au projet interpellant sur ce point précis.

Dans notre cas d'étude, les gestes mimétiques et de pointage, outillés ou non seront répertoriés lorsqu'ils seront animés d'une volonté de représenter l'objet ou une partie de l'objet d'étude. En d'autres termes, lorsque ceux-ci sont assimilables à des OIC. Ainsi, nous attacherons une importance particulière aux éléments auxquels ils font référence (la thématique verbale et l'aspect de l'objet décrit dans la verbalisation). Nous considérons que le geste outille la prise de décisions en expliquant, représentant ou clarifiant le sujet de débats et de discussions.

Introduction

Etat de l'art

Problématique & Questions de recherche

Méthodologie

RESULTATS

Discussions

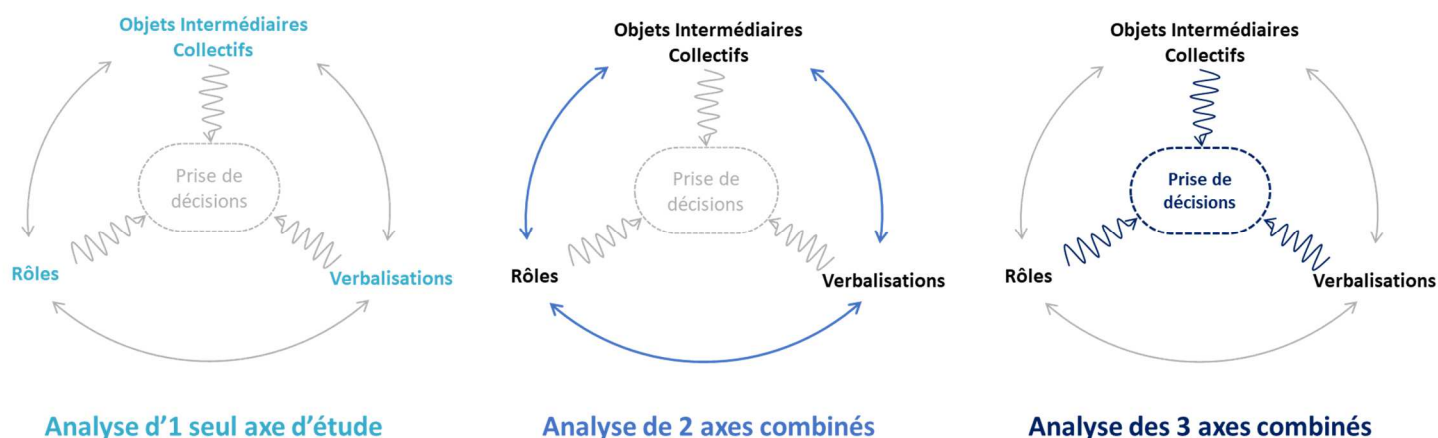
Conclusion

Références

Chapitre 5 : Résultats

Ce chapitre présente les résultats de l'analyse des données récoltées au cours de deux réunions de coordination. Les deux réunions se distinguent par les modalités d'échanges et les espaces dans lesquels elles se déroulent. Chacun des contextes est repris dans le document *Annexes_M_3.1* et synthétisé dans les §5.1.1 & 5.2.1. Pour rappel, les méthodologies de récolte et de traitement de données mises en place ont pour but l'analyse des **échanges** en réunions de coordination entre **acteurs** de la construction autour des **objets intermédiaires collectifs** (OIC) représentant le projet et spécifiquement la maquette BIM.

Dans un premier temps, les résultats présentent les données analysées autour de chacune des notions séparément et leurs caractéristiques phares au cours de ce type de réunion (cf. figure 61, schéma de gauche). Ensuite, la combinaison des notions deux par deux est effectuée pour entrevoir leur influence mutuelle l'une sur l'autre et les enjeux que leur combinaison révèle (cf. figure 61, schéma central). Enfin, nous tenterons d'analyser les 3 notions combinées entre elles dans divers cas d'études précis alliant des échanges verbaux outillés d'OIC qui mènent à une prise de décisions du groupe sur une thématique donnée (cf. figure 61, schéma de droite). L'ensemble de ces points est abordé dans deux cadres d'étude différents : la réunion de coordination en co-présence physique et virtuelle. Celles-ci ne feront pas l'objet de comparaison sur les résultats car l'avancement du projet est différent d'une réunion à l'autre. Toutefois, les nombreuses similitudes qu'elles présentent nous amènent à n'en décrire qu'une seule, celle du 27 mars en visioconférence, dans le chapitre qui suit. Nous ferons référence aux résultats de celle du 13 mars placé en annexes lorsque des points d'analyse ne suivent pas la même tendance ou présentent des caractéristiques spécifiques (cf. *Annexes_R_1*).



Les résultats obtenus sont de différentes natures : des résultats qualifiés « *d'objectifs* » pour l'ensemble des données retranscrites et traitées à partir des vidéos de réunions et des résultats « *subjectifs* » qui proviennent de questionnaires dont les réponses recensent les perceptions et avis des acteurs de projet sur le déroulement des réunions (cf. figure 37 & *Annexes_D_1*). Les premiers nous servent de base de travail dans l'analyse des échanges verbaux entre acteurs et des interactions avec les OIC afin d'étudier un ensemble de données factuelles sur les deux réunions d'études. Les seconds les complètent avec le « *ressenti* » des acteurs qui, dans l'étude de sciences sociales, apportent une dimension subjective et réaliste dans la prise en compte de l'acteur en tant que personne pensante et émotive. Aussi, ces dernières nous permettent de nuancer ou d'assoir les résultats objectivés tenant compte des réflexions perçues au sein même de l'expérience de réunion dans le contexte d'une activité collective.

Afin de guider le lecteur dans le chapitre 5 des résultats et le suivant concernant les discussions, nous avons recensé l'ensemble des termes et abréviations utilisés dans le document *Annexes_M_3.2*. Des abréviations sont notamment utilisées pour les différents domaines d'étude du projet, les rôles des acteurs, les acteurs eux-mêmes, etc. et les définitions sont également répertoriées synthétiquement comme celles de chaque verbalisation ou de chaque objet intermédiaire.

5.1. Synthèse du contexte d'étude

La première réunion d'étude s'est déroulée en co-présence physique le 13 mars 2020. Celle-ci a réuni 8 acteurs de projet, le maître d'œuvre (MOE), la coordinatrice BIM (CO-BIM) et deux observateurs. Un acteur de projet et le Maître d'Ouvrage (MOA) n'ont pas pu assister à la réunion. La thématique principale de la réunion est la modélisation du projet du Musée Maritime de Marseille. Celle-ci s'effectue autour d'une maquette numérique globale partitionnée en maquettes « métiers » Enveloppe (ENV), Structure (STR), Techniques Spéciales (T.S) et Partitionnement Intérieur (P.I) (cf. figure 13 & §4.1.1 & Annexes_M_3.2).

La seconde réunion d'étude qui fera l'objet des résultats ci-après s'est déroulée en co-présence virtuelle le 27 mars 2020. Au vu du contexte actuel de la pandémie du COVID 19, les acteurs de projet ont été amenés à changer leurs modalités de réunion sur certains points (cf. figure 33, §4.2.2 & Annexes_M_3.1). Celle-ci a réuni le même cercle d'acteurs que la précédente.

La retranscription des réunions a permis l'analyse des verbalisations des acteurs sur différents domaines d'études ainsi que le recensement des interactions des acteurs avec les OIC. L'ensemble des résultats qui suit est complété par le document *Annexes_R_1* qui concerne la réunion du 13 mars.

5.2. Analyse d'un axe d'étude

Contexte d'étude

Avant l'analyse des résultats chiffrés, le questionnaire a permis d'appuyer la pertinence du contexte d'étude et des recherches effectuées. Effectivement, les acteurs de projet ont répondu à un questionnaire à la fin de chaque réunion afin de connaître leur avis sur les points détaillés au §4.2.1 et dans les documents *Annexes_M_3.5* et *Annexes_D_1*. En particulier, le contexte d'étude a fait l'objet d'une évaluation par chacun afin de s'informer de l'état d'esprit des acteurs et de leur perception du déroulement de la réunion.



Figure 62 : Répartition de avis des acteurs sur la question 1.1 du questionnaire de la réunion du 27/03.

L'ensemble des acteurs présents au cours de la réunion s'accordent globalement sur l'ensemble des réponses (11 réponses). Parmi les 6 nuances d'expression de l'accord/désaccord avec les questions ci-dessus, les acteurs s'unissent autour des 3 rubriques d'accord. Ils soulignent ainsi la pertinence du contexte d'étude comme favorable à l'échange entre les différentes parties prenantes et à la prise de décisions. Le contexte d'étude est donc propice à la prise de décisions et aux échanges entre acteurs pour l'ensemble des acteurs, dont plus des ¾ l'affirment sans nuances.

Nous remarquons que l'avis des acteurs est plus favorable que lors de la 1^{ère} réunion du 13/03 où ils se réunissaient pour la première fois (cf. *Annexes_R_1*). En effet, l'accord est moins tranché sur la question des échanges plus aisés en réunion. Cela est probablement dû à la découverte de l'expérience et par conséquent, les résultats reflètent davantage l'expression de leur a priori sur la réunion de coordination.

Les échanges entre acteurs : les verbalisations

Lors des réunions, nous avons procédé à un pré-codage des données de verbalisation en catégorisant les activités selon les missions (cf. §4.3.2 & Annexes_T_1). Les deux réunions d'étude sélectionnées comportent plus de 50% des échanges des acteurs sur la thématique de modélisation, en particulier la détection de clashes. Aussi, sur le temps global de la réunion, nous avons étudié la portion où se situe l'ensemble des échanges sur cette thématique d'étude pour les deux réunions. Pour la réunion du 13/03, la portion d'étude représente un échantillon d'une durée d'environ 44 min sur 1h 16 min de réunion ; pour le 27/03, la portion d'étude représente un échantillon d'une durée d'environ 1h 8 min sur 1h 30 min de réunion.

Les échanges retranscrits sont catégorisés en verbalisations « utiles », l'ensemble des verbalisations qui apportent une information sur la détection de clashes, et « non utiles », l'ensemble des verbalisations qui constituent les temps de régulation et d'organisation sur la portion d'étude.

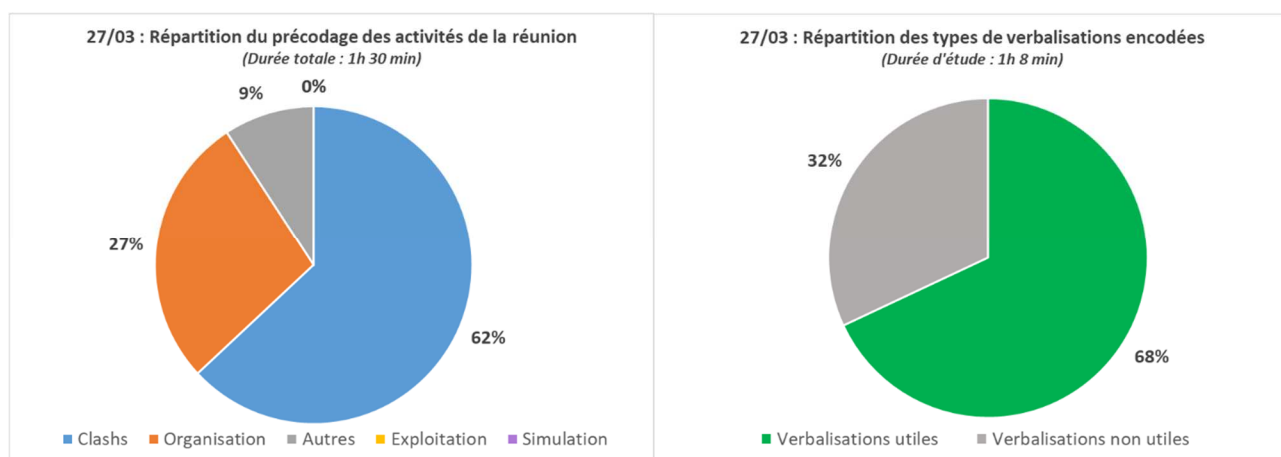


Figure 63 : Répartitions des activités et des types de verbalisations de la réunion du 27/03.

Ainsi, pour la réunion du 27/03, nous allons étudier 68% des verbalisations retranscrites soit 779 verbalisations ; pour le 13/03, nous avons un ratio de 73% qui représente 460 verbalisations. Les verbalisations non utiles telles que les thématiques de simulation, d'exploitation et d'organisation ne seront pas traitées. Seuls les instants de régulation ont fait l'objet du même traitement que les verbalisations utiles pour la compréhension et le traitement des autres axes d'études.

Les verbalisations sont réparties selon les catégories et les niveaux décrites dans le §4.3.2 (cf. Annexes_M_3.2). Les stabilisations sont explicitées dans le graphique ci-dessous (cf. figure 64) mais ne sont pas comptabilisées comme des verbalisations. Elles sont encodées sur des verbalisations de « convergence » ou « divergence » et apparaissent à titre indicatif du niveau 4.

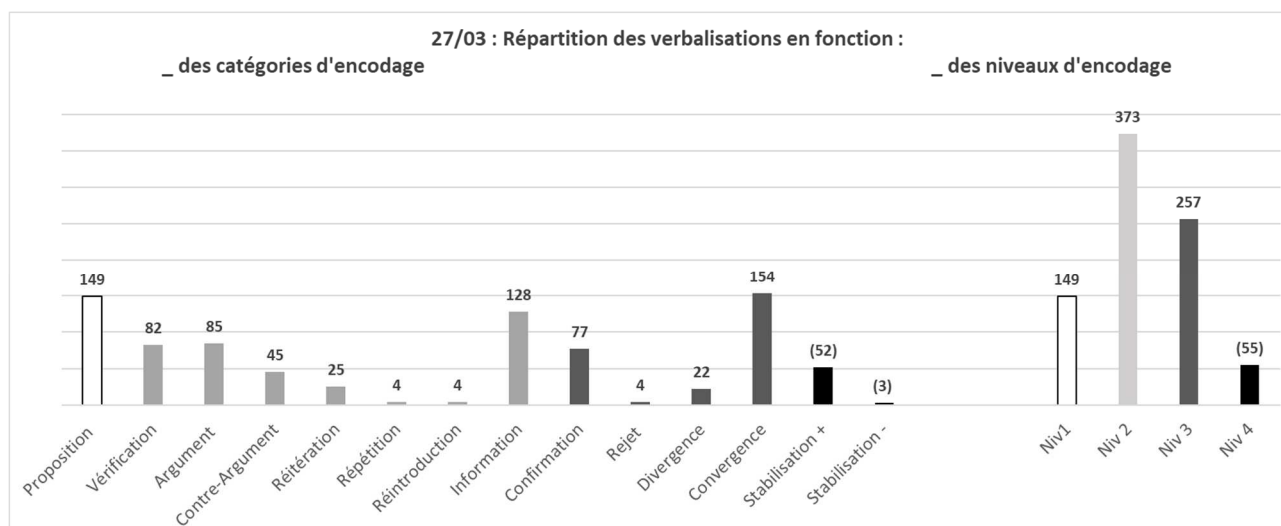


Figure 64 : Répartition des occurrences des verbalisations utiles par catégories et niveaux de la réunion du 27/03.

Sur la répartition par niveaux, le « Niv 2 » occupe environ la moitié des échanges ; celui-ci est constitué de 7 sous catégories parmi les 12 (sans prendre en compte les stabilisations). Ensuite, environ 1/3 des échanges constitue des validations +/- ou des verbalisations de « Niv 3 » réparties en 4 catégories, soit 1/3 des catégories de classifications. Ainsi, la répartition entre les niveaux démontre des acteurs qui s'informent après la « proposition » sur plusieurs verbalisations car il y globalement une verbalisation de « Niv 1 » pour 2,5 verbalisations de « Niv 2 ». De plus, les discussions aboutissent à des accords de « Niv 3 », soit 1,7 fois par « proposition » en moyenne.

Au regard des catégories, nous constatons que les « propositions », les « informations » et les « convergences » sont plus nombreuses que les autres catégories. Cela peut expliquer le nombre plus important de « stabilisations positives » par rapport aux « stabilisations négatives ». Les échanges aboutissent presque toujours à un accord. D'autres part, les catégories de « vérifications », d'« arguments », de « contre-arguments » et de « confirmations » représentent une proportion élevée révélant des discussions et des prises de décisions évaluées et non spontanées d'un point de vue général sur la réunion.

Les objets intermédiaires collectifs (OIC)

Par ailleurs, les acteurs échangent aussi en interagissant par le biais des OIC en réunions. Différents types d'OIC sont employés aux cours des échanges (cf. §4.3.2 & Annexes_M_3.2). Nous notons que, durant l'entièreté de la réunion, des OIC sont affichés et leur répartition sur la période d'étude est reprise sur la figure 65 (graphique de gauche). Les OIC qui représentent l'objet de modélisation de la maquette numérique globale sont repris dans différentes catégories : Viewers vignettes 3D, Maquette 3D, Plan, Coupe, Tableau num blanc et gestes mimétiques. Nous les assimilons à une catégorie « OIC de représentation de la maquette numérique » (éléments dans les tons rouges, cf. figure 65) et les autres sont regroupé sous la catégorie « OIC d'autres représentations » (éléments dans les tons gris, cf. figure 65). Nous constatons que 90% des verbalisations utiles encodées sont accompagnées de l'affichage d'un ou plusieurs OIC qui font référence à un élément de la maquette numérique. En ce qui concerne les interactions, nous dénombrons 135 interactions avec les OIC au cours de verbalisations utiles dont 91% représentent un aspect de la maquette numérique. Parmi ceux-ci, plus de la moitié des interactions s'effectue avec une vue 3D de la maquette numérique (vignettes ou vue globale). Les éléments en 2D, coupe et plan, occupent 1/3 des interactions.

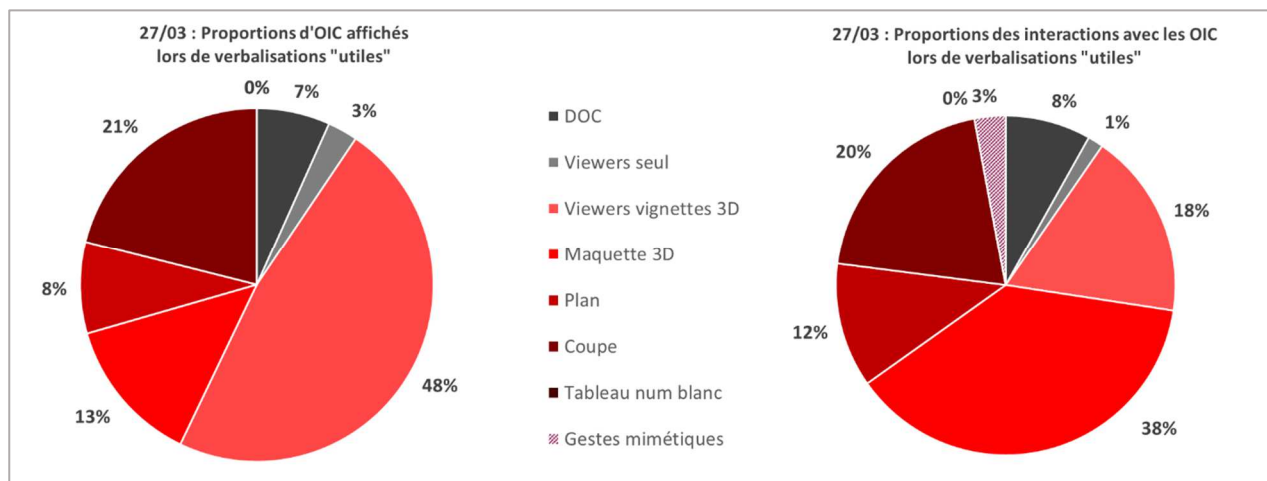


Figure 65 : Répartitions des OIC affichés et des interactions avec les OIC lors de verbalisations utiles de la réunion du 27/03.

Ces observations sont également perceptibles dans les réponses du questionnaire concernant les interactions avec la maquette BIM (cf. figure 66). Celle-ci avaient été définies comme suit pour les acteurs de projet dans le questionnaire :

« La maquette BIM : la maquette numérique 3D dans laquelle est insérée ou sera insérée de l'information. Ici, la maquette BIM est entendue comme toutes apparitions/visualisations de la maquette numérique sur tous supports pendant la réunion (Image [Coupe, Plan, Vue extraits de la maquette numérique ou croquis de celle-ci], Collaeb, Bimtrack [Viewers], REVIT [Logiciel de modélisation], etc.). » (Questionnaire du 27/03 & [précisions écrites à l'envoi]).

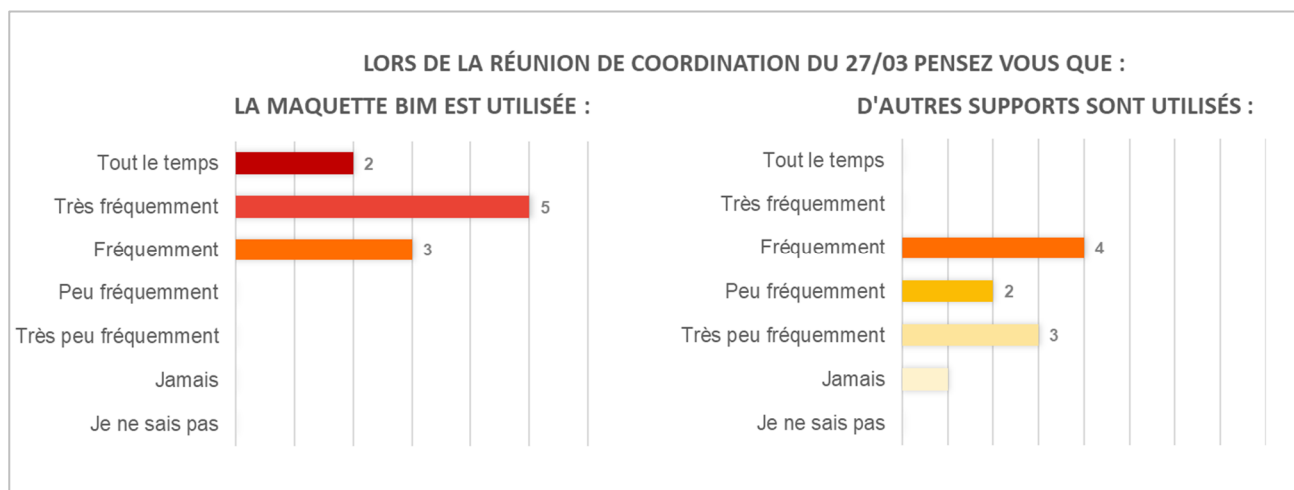


Figure 66 : Nombres de réponses par catégories de fréquence d'usage à la question 1.2 du questionnaire _27/03.

Nous constatons que les acteurs ont conscience de l'utilisation en moyenne très fréquente de la maquette BIM et ses représentations. Par ailleurs, les autres types de supports de l'information restent selon eux relativement présents au cours de la réunion. Notons que les acteurs ont très souvent considéré l'ensemble de la réunion et non uniquement le passage précisé de « *détection de clashes* ». Au cours de l'ensemble de la réunion d'autres supports comme des « *Google Doc* » ou des outils de planification comme « *Monday* » ont aussi été utilisés dans les périodes d'activités d'organisations (cf. figure 63 & figure 66).

Par ailleurs, nous avons pu remarquer que les interactions avec les OIC sont très souvent associées à des gestes de pointage d'un élément spécifique (excepté lors de gestes mimétiques).

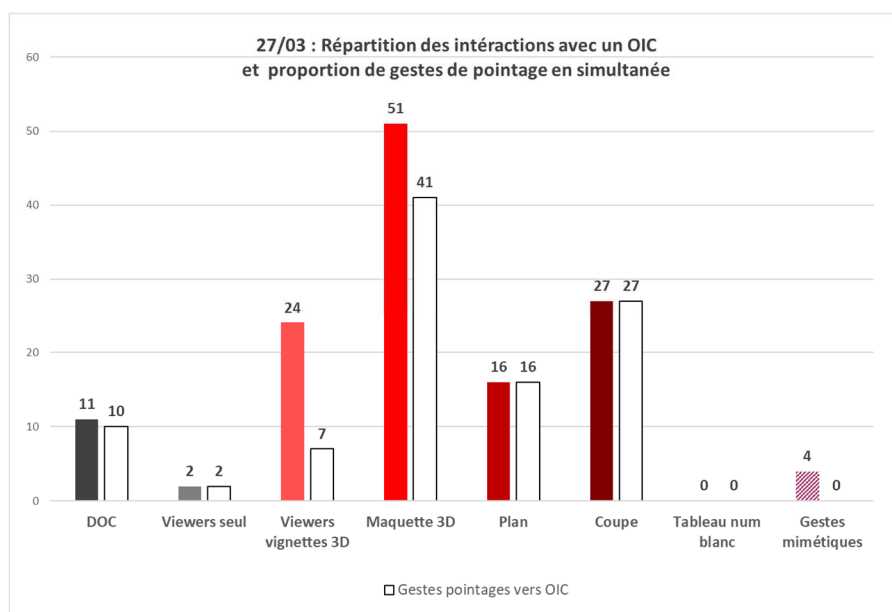


Figure 67 : Répartitions des occurrences d'interactions avec des OIC accompagnés ou non de gestes de pointage lors de la réunion du 27/03.

Pour les interactions avec des OIC qui ne représentent pas la maquette numérique, l'association de gestes de pointage est quasiment systématique. Par ailleurs, la proportion de ceux qui s'additionnent à l'interaction reste très élevée pour l'ensemble des interactions avec des représentations de la maquette. Lors des deux réunions, nous remarquons sur ces deux cas que les gestes de pointage sont davantage employés dans un contexte en co-présence virtuelle et qu'à l'inverse les gestes mimétiques sont plus employés en co-présence physique. 93% des interactions avec des OIC sont accompagnés de gestes de pointage lors de la réunion du 27/03 contre 27 % le 13/03. Les gestes mimétiques sont employés dans 3% des interactions le 27/03 contre 38% le 13/03. Les gestes de pointage systématiquement accompagnés d'un OIC ne sont pas comptabilisés comme OIC mais apportent une nuance.

Les rôles des acteurs de projet

Durant la première phase du projet, différents types de rôles participent à la modélisation de celui-ci : les modélisateurs dans 4 domaines en binôme (ENV, STR, T.S, P.I), le duo de coordinateurs techniques et organisationnels (CO-CT) et le client représenté par trois fonctions (le MOE, le MOA et le CO-BIM). Le chiffre entre parenthèse fait référence aux nombres d'acteurs dans le domaine.

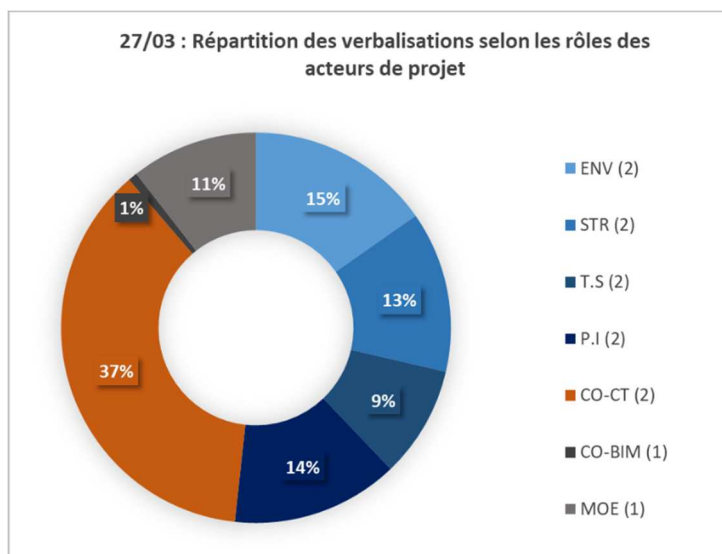


Figure 68 : Répartitions des verbalisations utiles par rôle lors de la réunion du 27/03.

Les modélisateurs de tous domaines confondus (tons bleus) regroupent plus de la moitié (51%) des verbalisations de l'étude de détections de clashes. Entre chaque discipline, la proportion tourne autour des 13% en moyenne relativement bien repartis. Notons que la proportion allouée au client est similaire aux verbalisations utiles d'un modélisateur avec 12 % dont presque l'intégralité est avancée par le MOE. Par ailleurs, les rôles de CO-CT occupent plus d'1/3 des verbalisations utiles prononcées lors de la réunion. Ceux-ci introduisent les sujets de discussion et clôturent les échanges en plus de leur participation aux débats (la proportion grimpe à 53 % lors de la réunion du 13/03).

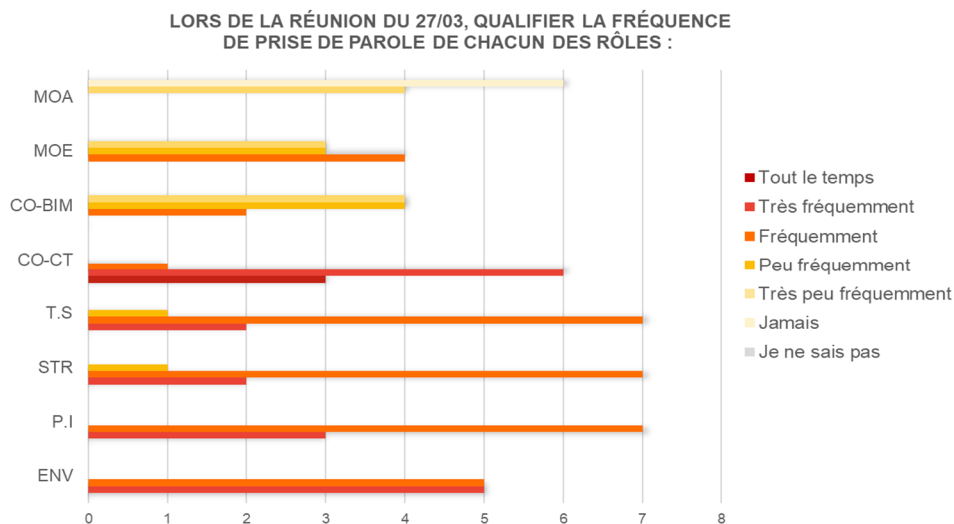


Figure 69 : Nombres de réponses par catégories de fréquence de prise de parole à la question 1.4 du questionnaire _27/03.

Selon les acteurs eux-mêmes, le CO-CT est le rôle qui prend le plus la parole en réunion, entre très fréquemment et tout le temps. Ensuite, les rôles de modélisateurs prennent globalement autant la parole les uns que les autres. Si l'on s'attarde sur les différents domaines, l'ENV et le P.I semble parler davantage que la STR et les T.S. Ceci peut être expliqué par les doubles rôles des CO-CT dans deux disciplines de modélisations. La distinction à effectuer lorsqu'ils parlent soit en tant que modélisateur soit en tant que coordinateur est fine. Enfin, le client parle moins fréquemment que les modélisateurs avec cependant des interventions du MOA soulignées lors de la réunion mais pas pendant la détection de clashes.

5.3. Analyse de deux axes d'études combinés

Les 3 axes d'études détaillés séparément dans le paragraphe précédent (cf. §5.2) font l'objet de croisements deux à deux dans cette partie. L'analyse de données combinées, prend uniquement en compte les verbalisations utiles et les OIC de représentation de la maquette noté OICm. Les OICm sont repartis en 2 grandes catégories décrites précédemment (cf. §5.2) à laquelle nous ajoutons une troisième à titre indicative dans les figures 71 et 74. De la même manière, la prise en compte des verbalisations de régulation est également à titre indicative.

Les verbalisations & les rôles des acteurs de projet

Lors de l'étude des verbalisations utiles, nous constatons que certains rôles privilégient certaines catégories de verbalisations ou en énoncent plus que les autres (cf. figure 70). La catégorie de « proposition » et de vérification est verbalisée majoritairement par les modélisateurs et le CO-CT à part égale. D'autre part, ce sont majoritairement les modélisateurs qui apportent des « informations » au cours de la discussion et énoncent des « convergences/divergences » avec les « propositions » ; tandis que le CO-CT rythme le discours avec des régulations. Le client n'est pas représenté comme utilisant une catégorie en particulier mais participe avec des verbalisations variées en apportant son avis et son accord.

Nous notons que les catégories « argument », « confirmation » et « vérification » sont plus réparties dans l'emploi entre les différents rôles. Le débat sur les thématiques de discussions est assuré par chacun des groupes de rôles et ces derniers s'informent sur des sujets inconnus ou mal compris. Enfin, certaines verbalisations sont très peu utilisées comme la « répétition », la « réintroduction » et le « rejet » par l'ensemble des acteurs. Cela peut être révélateurs d'une grande attention lors de la réunion et le traitement d'une problématique avant d'en attaquer une nouvelle évitant les retours en arrière.

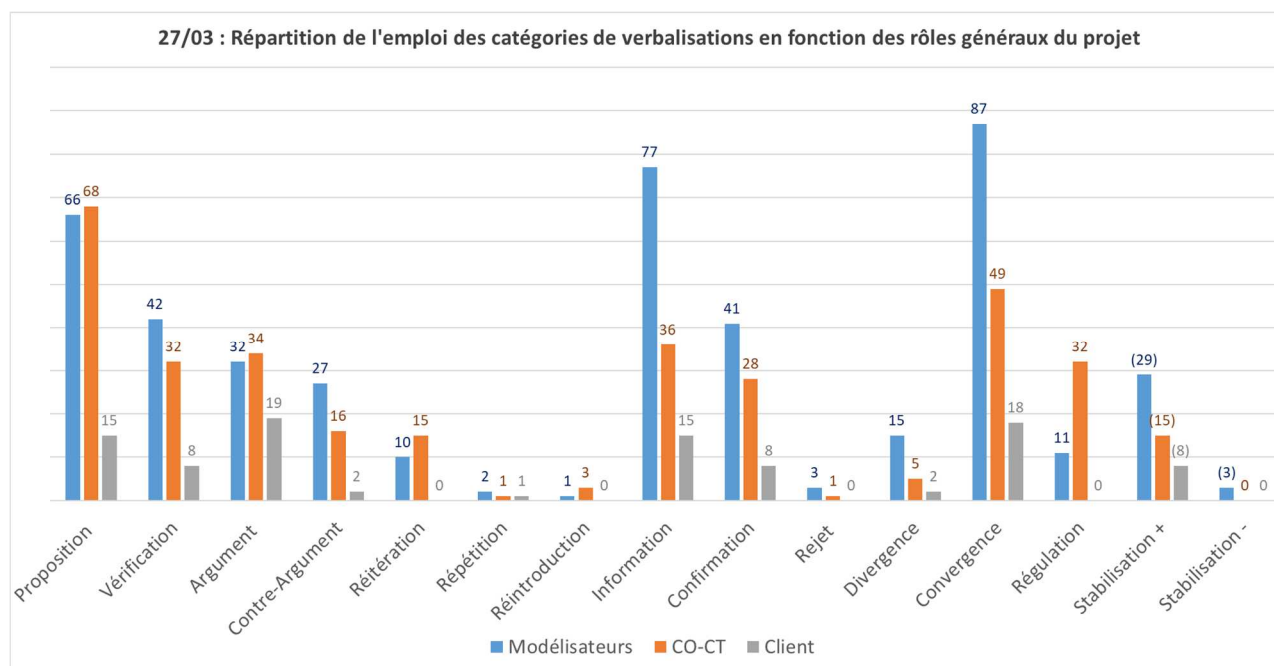


Figure 70 : Répartition des occurrences d'usage des verbalisations selon les rôles au cours de la réunion du 27/03.

De plus, les « stabilisations » s'ajoutent sur des verbalisations prononcées par les acteurs, il y en a 52 positives et 3 négatives. La prise de décisions s'effectue majoritairement par les modélisateurs avec plus de la moitié des « stabilisations positives ». Ensuite c'est le CO-CT qui valide la prise de décisions plus fréquemment que le client. Effectivement, les modélisateurs se mettent en général d'accord entre eux ou la discipline concernée tranche sur la solution à adopter, si ce n'est pas possible c'est le CO-CT qui prend la décision. Par ailleurs, le client apporte des validations lorsque les modélisateurs n'ont pas d'avis ou restent sans accord. Les « stabilisations négatives » sont le fruit d'incompréhensions d'une problématique avec un besoin de « vérifications » avant la prise de décisions finale ou bien le sujet est considéré comme à traiter ultérieurement.

Rôles	Modélisateurs				CO-CT	Client	
Stabilisations	ENV(2)	STR (2)	T.S (2)	P.I (2)	CO-CT(2)	CO-BIM (1)	MOE (1)
+	10	9	4	6	15	1	7
-	1	2	0	0	0	0	0
Nb. de sujets	16	19	15	10	/	/	/

Tableau 21 : Répartition du nombre de prises de décisions par rôle par discipline lors de la réunion du 27/03.

Les objets intermédiaires collectifs (OIC) & les rôles des acteurs de projet

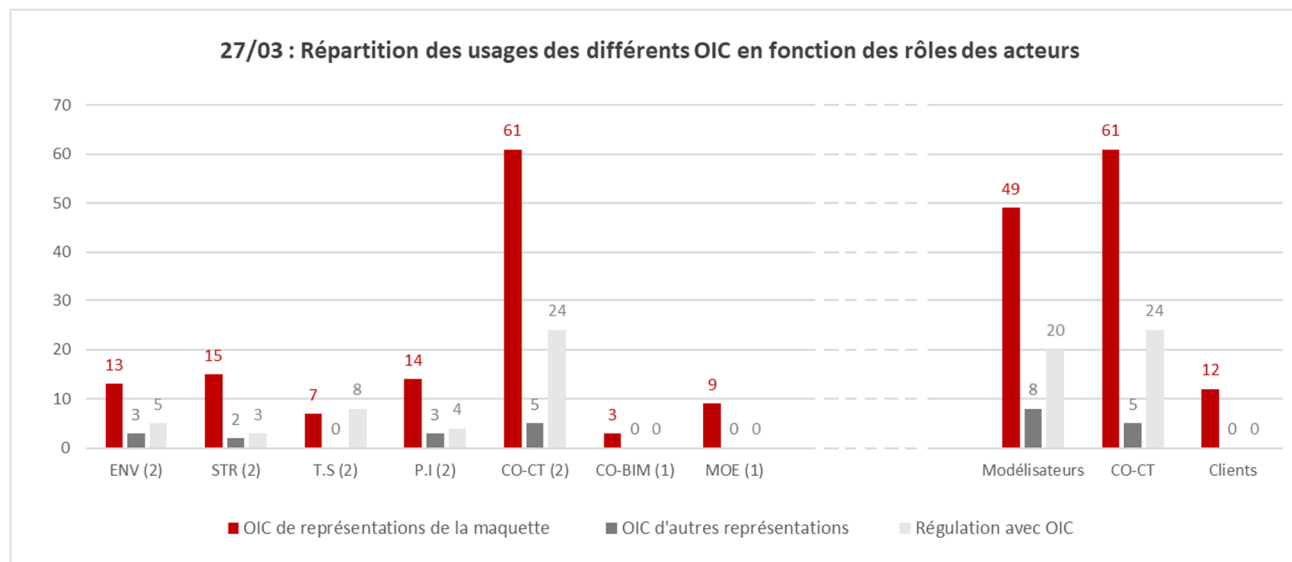


Figure 71 : Répartition des occurrences d'interactions des acteurs par rôle avec les types d'OIC lors de la réunion du 27/03.

Selon les thématiques de discussions, ce ne sont pas les mêmes rôles qui interagissent avec les OICm. Toutefois, le CO-CT reste celui qui interagit majoritairement avec les OICm (l'un deux gère la souris de l'écran de partage ou partage son écran). Les modélisateurs interagissent tous presque autant les uns que les autres et enfin le client ne le fait que très peu.

Cependant les interactions observées sur la figure 71 réparties entre les rôles ne sont pas nécessairement réalisées par ces mêmes rôles. Effectivement, ci-dessus se sont les interactions réalisées lorsque les acteurs précités parlent. Nous les assimilons comme étant ceux qui réalisent ces interactions mais en réalité c'est le CO-CT qui interagit (cf. figure 72). Le graphique de droite de la figure 72 souligne l'action du CO-CT lorsque les autres rôles parlent ou lui-même.

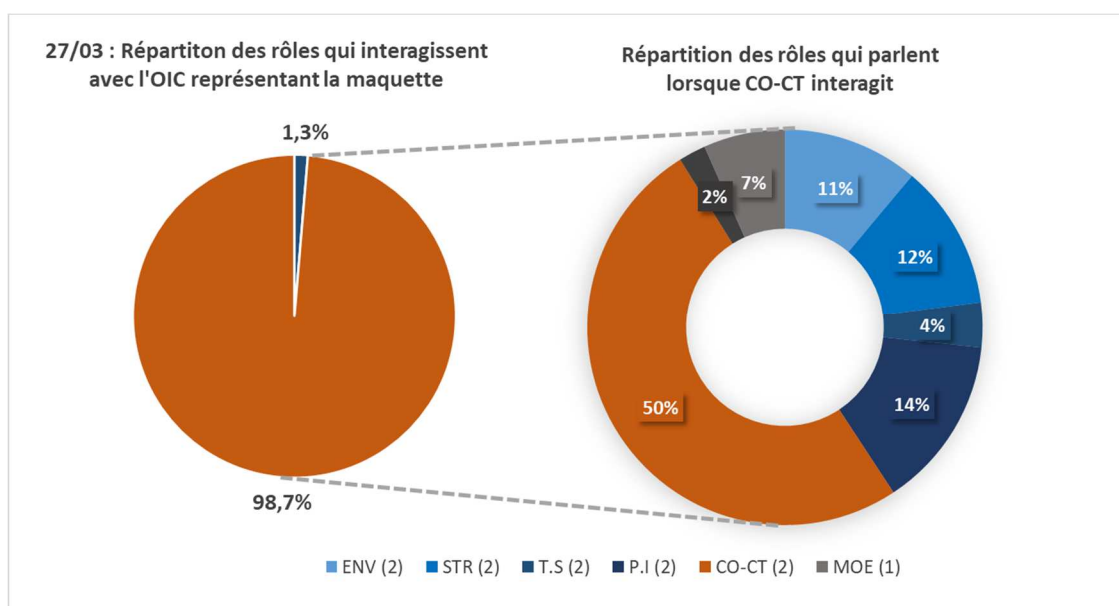


Figure 72 : Répartition des rôles qui interagissent avec les OIC représentant la maquette numérique et les rôles qui parlent en simultané lors de la réunion du 27/03.

Les acteurs ont tenté d'évaluer les interactions avec les OICm lors des réunions. Nous notons que le CO-CT est bel et bien perçu comme celui qui interagit le plus avec les OICm. Cependant pour les autres rôles les résultats sont plus mitigés. Nous distinguons une différence entre les modélisateurs qui sont les deuxièmes usagers des OICm puis les rôles du client qui n'interagissent que très peu. Ces résultats sont à nuancer car beaucoup d'acteurs ont compris la question sur les interactions avec les OICm en dehors de la réunion de coordination dans leur travail de modélisateur (résultats similaires le 13/03).

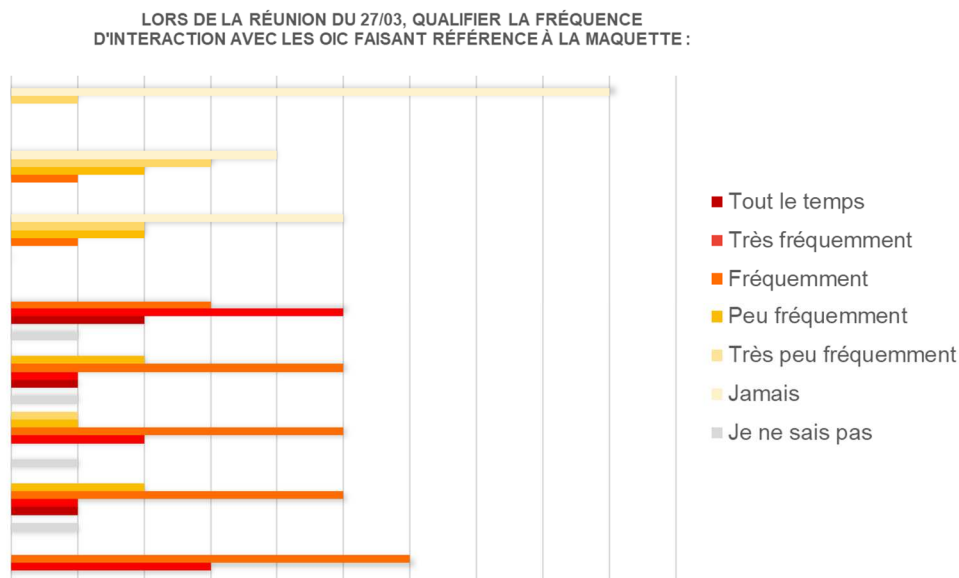


Figure 73 : Nombres de réponses de la fréquence d'interaction à la question 1.5 du questionnaire _ 27/03.

Les objets intermédiaires collectifs (OIC) & les verbalisations

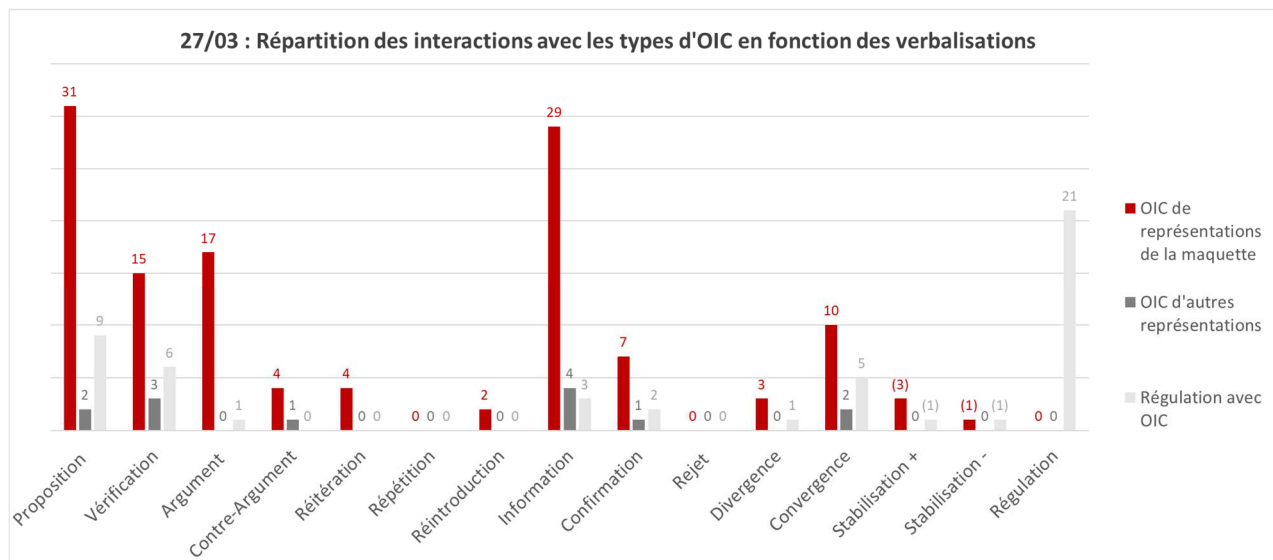


Figure 74 : Répartition des occurrences d'interactions avec les types d'OIC sur les verbalisations lors de la réunion du 27/03.

Les interactions avec les OIC s'effectuent principalement autour d'une représentation de la maquette, ils constituent 67% du nombre total d'OIC (cf. figure 74). Celles-ci sont davantage présentes lors de « propositions » et d'« informations » avec environ ¼ des interactions chacune. La seconde moitié des interactions se répartit majoritairement sur les « vérifications », les « arguments » et les « convergences ». Les OICm, d'un point de vue global sur la détection de clashes, appuient les nouvelles informations introduites ou la demande d'informations. Les niveaux de verbalisations 1 et 2 sont plus sujets à des interactions avec les OICm que les niveaux 3 et 4. Les OICm comptabilisés dans le niveau 4 sont des doublons de ceux du niveau 3 conduisant à la stabilisation d'où le fait que leurs chiffres soient entre parenthèses.

Après avoir analysé le nombre d'utilisations des OICm sur chaque catégorie de verbalisations, nous allons maintenant le rationaliser en regardant leurs proportions d'utilisations. Le tableau 21 ci-dessous montre le calcul de cette proportion en faisant le rapport entre le nombre d'OICm appuyant une catégorie de verbalisations et le nombre total de verbalisations dans cette catégorie. Pour mettre cette proportion d'utilisation en perspective, nous avons indiqué la répartition des OICm parmi les catégories de verbalisation.

Les catégories « répétition », « réintroduction », et « rejet » ne possèdent pas suffisamment de verbalisations pour que les données soient représentatives. En effet, pour quatre verbalisations au sein de la catégorie, une variation d'un OICm engendre une variation de 25% de l'utilisation. Cette variation peut avoir des causes multiples : mauvaises interprétations ou oublis. Nous ne pouvons donc pas tirer de conclusions sérieuses de ces catégories.

	Prop.	Vérif.	Arg.	C.arg	Réit.	Rép.	Réin.	Info.	Conf.	Rej.	Div.	Conv.
% des OICm parmi les catégories verba.	28%	13%	15%	4%	4%	0%	2%	26%	6%	0%	3%	9%
Nbre d'OICm par catégorie de verba.	31	15	17	4	4	0	2	29	7	0	3	10
Nbre total de verba. par catégorie de verba.	149	82	85	45	25	4	4	128	77	4	22	154
% d'utilisation d'OICm par catégorie de verba.	21%	18%	20%	9%	16%	0%	50%	23%	9%	0%	14%	7%

Tableau 22 : Proportion de recours à un OIC pour chaque type de verbalisations.

Nous pouvons donc constater que la catégorie « réintroduction » est celle ayant le plus recours à un OICm malgré la faible utilisation de cette catégorie lors des échanges. Cependant, ces résultats sont pris avec précautions pour des questions d'opérabilité des données (trop peu d'occurrences). Nous n'y porterons pas de conclusions supplémentaires. Les catégories « information », « proposition » et « argument » sont les trois suivantes dont la proportion d'utilisation des OICm est de plus de 20% d'utilisation. Celles-ci sont, quant à elles, les catégories de verbalisations les plus représentées. En revanche, la « convergence » fait partie des catégories ayant le moins recours à un OICm malgré son utilisation importante au cours de la réunion du 27 mars.

5.4. Analyse des trois axes d'études combinés

Dans cette partie, nous unissons les 3 axes d'études détaillés séparément et deux par deux dans les deux paragraphes précédents (cf. §5.2 & §5.3). Cette analyse combinée nous permet d'identifier l'influence globale de chacun des axes sur les uns sur les autres en tenant compte des résultats des deux paragraphes mentionnés.

Les 3 axes d'études : les OIC, les verbalisations & les rôles

Nous nous sommes intéressés à la combinaison de l'utilisation des OICm, des catégories de verbalisations et des rôles pour visualiser la proportion d'utilisation des OICm selon les catégories de verbalisations et en fonction du rôle. Ce degré de détails est limité par le faible nombre d'occurrence d'utilisation d'OICm dans certaines catégories et pour certains rôles. En effet, de la même manière que dans le §5.2, le nombre de verbalisations est essentiel pour la représentativité des données. Aussi, nous fixons une limite de 8 verbalisations minimum pour pouvoir considérer le pourcentage d'utilisation des OICm par catégorie et par rôle. Elles sont repérées par des croix (valeur 0) ou bâtonnets sans contour (valeur positives) sur la figure 75.

Le tableau 23 nous permet d'illustrer trois cas de validité de données : le cas 1 où l'ensemble des données est valide, le cas deux où seul une partie des données est valide et, le cas 3 où aucune conclusion ne peut être apportée. Le cas 1 illustre un jeu de données suffisamment conséquent pour pouvoir tirer des conclusions. Le cas 2 ne nous permet d'utiliser que partiellement les données car le nombre total de verbalisations provenant du client pour la catégorie « contre-argument » n'est pas assez conséquent. Enfin, le cas 3 donne l'exemple de l'impossibilité de porter des conclusions sur l'ensemble de la catégorie.

Catégories de verbalisations	Cas 1 : Proposition			Cas 2 : Contre-Argument			Cas 3 : Réintroduction		
Rôles	Mod.	CO-CT	Client	Mod.	CO-CT	Client	Mod.	CO-CT	Client
Nbre d'OICm par catégorie de verba.	12	15	4	1	3	0	0	2	0
Nbre total de verba. par catégorie de verba.	66	68	15	27	16	2	1	3	0
% d'utilisation d'OICm par catégorie de verba.	18%	22%	27%	4%	19%	0%	0%	67%	-

Tableau 23 : Proportion d'utilisation d'OICm pour chaque type de verbalisations et pour chaque rôle.

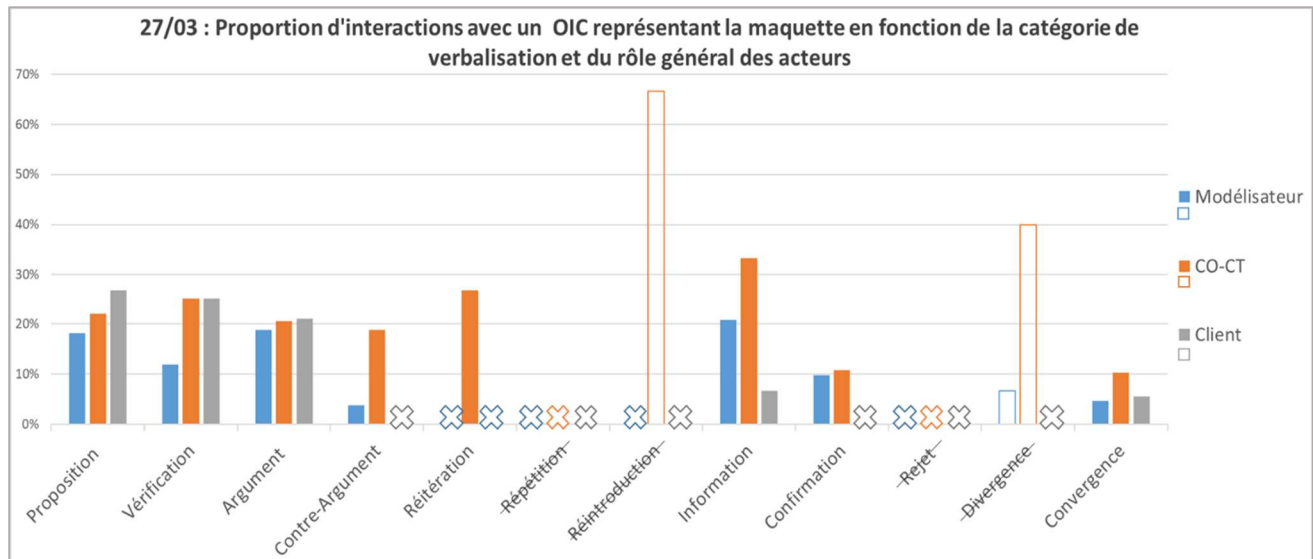


Figure 75 : Répartition des occurrences d'usage des verbalisations selon les rôles au cours de la réunion du 27/03.

Nous constatons qu'il y a une faible différence de l'utilisation de l'OICm lors d'une « proposition » parmi les trois rôles, le client a plus tendance à l'utiliser que le CO-CT et les modélisateurs. Dans la catégorie « vérification », les modélisateurs utilisent moins les OICm que le CO-CT et le client. Les « arguments » sont soutenus de façon similaire par les trois rôles dans l'utilisation de OICm alors que pour les « contre-arguments », les modélisateurs interagissent moins que par le CO-CT. Le CO-CT a l'exclusivité de l'emploi d'OIC lors de verbalisations de catégorie « réitération ». Il utilise également beaucoup plus les OICm lors d'une « information » (33%) que les modélisateurs (21%) et que les clients (7%). La « confirmation » n'est appuyée pour l'usage d'un OICm que par les modélisateurs et le CO-CT avec la même proportion. Enfin, le CO-CT utilise plus l'OICm que les modélisateurs et que le client lors d'une « convergence ».

Précédemment, nous avons remarqué que le CO-CT utilise plus les OICm que les autres acteurs (cf. figure 74). Cette tendance se confirme à l'échelle plus détaillée de chaque catégorie de verbalisations (cf. figure 75).

Les thématiques de verbalisations

Au cours des réunions de coordination, diverses thématiques de détection de clashes sont traitées. Les maquettes métiers sont combinées 2 à 2 pour connaître les clashes existants ; d'autres parts, les domaines d'étude peuvent également connaître des problématiques de modélisation. Cela représente au plus 6 thématiques de duos de maquettes et 4 thématiques pour les disciplines seules. Au sein de chacune de ces thématiques, plusieurs sujets peuvent faire l'objet de discussion. Dans le cadre de l'étude, les acteurs ont abordé 5 thématiques lors de la réunion du 13/03 dont 21 sujets de discussions (identifiables par leur n° initial de verbalisation, cf. tableau 24). Pour la réunion du 27/03, l'ensemble des thématiques ont fait l'objet de 36 sujets de discussions.

Réunion du 13/03							
Thématique	Racine	n° ini	Nbre de verba	Stab +	Stab -	OIC	Geste
ENV - STR	429	431	19	1	0	1	3
ENV - STR		444	30	1	0	0	2
ENV - STR		482	13	1	0	0	3
ENV - STR		495	31	1	0	0	7
ENV-TS	1	1	45	1	0	9	2
ENV-TS	533	558	5	0	0	0	0
ENV-TS		562	4	1	0	0	0
ENV-TS		565	5	2	0	0	0
ENV-TS		567	4	1	0	0	0
ENV-TS		583	12	2	0	2	0
STR-PI	70	70	8	0	1	0	0
STR-PI	595	596	3	1	0	0	0
STR-PI		598	25	0	1	0	0
STR-TS	78	81	64	3	1	13	5
STR-TS		153	36	2	0	1	0
STR-TS		196	80	3	1	20	1
STR-TS		313	27	0	1	4	2
STR-TS		352	5	1	0	0	0
STR-TS		366	37	2	0	2	2
STR-TS		418	8	1	0	0	0
STR	46	46	15	0	1	0	0

Réunion du 27/03							
Thématique	Racine	n° ini	Nbre de verba	Stab +	Stab -	OIC	Geste
ENV		217	15	1	0	2	0
ENV		1006	30	2	0	4	0
ENV		1067	24	2	0	2	0
ENV		1093	5	1	0	0	0
STR		910	26	1	0	3	0
STR		970	21	1	0	13	0
STR		1036	10	1	0	2	0
STR		1051	10	1	0	1	0
PI		822	27	2	0	9	0
TS		353	13	1	0	0	2
ENV-PI	371	372	29	2	0	0	0
ENV-PI		447	32	2	0	1	0
ENV-TS	864	869	34	1	0	0	0
ENV-TS		1136	11	1	0	5	0
ENV - STR	3	4	20	1	1	1	0
ENV - STR		25	11	1	0	2	1
ENV - STR		35	86	4	0	11	0
ENV - STR		127	8	1	0	2	0
ENV - STR		134	13	1	0	0	0
ENV - STR		148	16	2	0	3	0
ENV - STR	275	166	16	0	1	9	0
ENV - STR		237	31	1	0	1	0
STR-PI		276	3	1	0	1	0
STR-PI		278	3	1	0	1	0
STR-PI		280	3	1	0	1	0
STR-PI		282	3	1	0	1	0
STR-PI	477	284	3	1	0	1	0
STR-PI		286	68	3	0	1	1
STR-PI		366	6	1	0	1	0
STR-TS		941	27	2	1	20	0
TS-PI	477	510	12	1	0	0	0
TS-PI		530	5	1	0	0	0
TS-PI		540	32	1	0	1	0
TS-PI		596	26	1	0	0	0
TS-PI		624	102	5	0	18	0
TS-PI		758	30	2	0	7	0

Tableau 24 : Recensement des thématiques d'étude de chacune des réunions et caractéristiques.

Nous avons caractérisé les sujets de discussions par leur nombre de verbalisations total, le nombre de stabilisations présent et le nombre d'interactions avec les OICm identifiable. Ces trois caractéristiques nous ont permis de présélectionner les arbres d'études selon les critères suivants : présenter au moins une stabilisation et au moins une interaction avec des OICm.

Par ailleurs, le nombre de verbalisations total des sujets de discussions a permis de créer le graphique ci-dessous (cf. figure 76). Celui-ci fait émerger plusieurs types d'arbres selon le nombre de verbalisations : « inférieur à 5 verbalisations », « de 5 à 15 verbalisations », « de 16 à 35 verbalisations » et « + de 36 verbalisations ».

L'ensemble de ces sujets de discussions sont explicités sous forme d'arbres de verbalisations. Ces derniers mettent en lumière le cheminement logique et chronologique des verbalisations en y ajoutant la présence des interactions avec les OICm et les « stabilisations » s'il y en a. Le fonctionnement des arbres est développé sur la figure 77.

Ainsi, en plus du nombre de verbalisations, nous avons distingué des profils « types » d'arbres qui correspondent sensiblement à ces catégories. Ceux-ci sont organisés autour du nombre de « propositions » et de la profondeur d'une branche d'arbre pour une même « proposition ». Les profils types d'arbres sont détaillés ci-après (cf. figure 77).

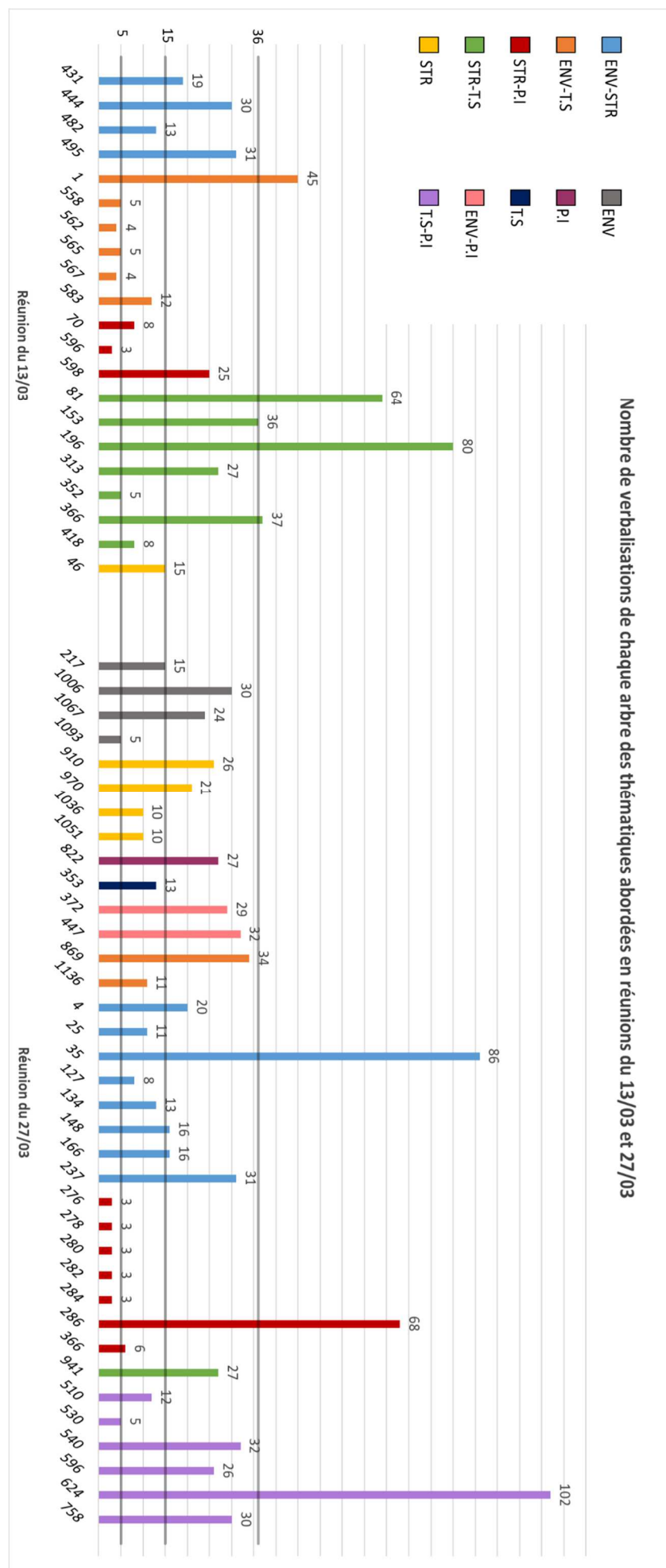


Figure 76 : Graphique du nombre de verbalisations par thématique de chacune des réunions.

Les arbres de verbalisations sont basés sur la même logique que les arbres généalogiques. L'arbre se subdivise en plusieurs branches lesquelles sont liées par un antécédent commun : V2, V3, V5 et V8 ont pour racine V1. Dans chacune des branches d'un arbre, les éléments se suivent chronologiquement et par lien de parenté (arbre logique, cf. figure 77). Par exemple, V7 est énoncé après V4 dans la discussion et la verbalisation V7 découle de la verbalisation V4 (sa référence dans la grille d'encodage). Toutefois, nous notons qu'avec cette méthode, l'ordre chronologique est suivi par branche et par colonne (arbre logique, cf. figure 77) mais non dans sa globalité V4 suit V7 puis apparaît V5 et V6 alors que les verbalisations sont énoncées dans l'ordre V4, V5, V6 et V7. En effet, entre différentes branches, si nous souhaitons conserver l'ordre chronologique sur la globalité de la discussion, les références entre verbalisations ne se suivent plus (arbre chronologique, cf. figure 77). Un compromis est trouvé pour l'étude des arbres de verbalisations en choisissant ceux qui possèdent un arbre identique entre l'arbre logique et l'arbre chronologique. Cela correspond à des discussions qui ne font pas de « sauts » de sujets.

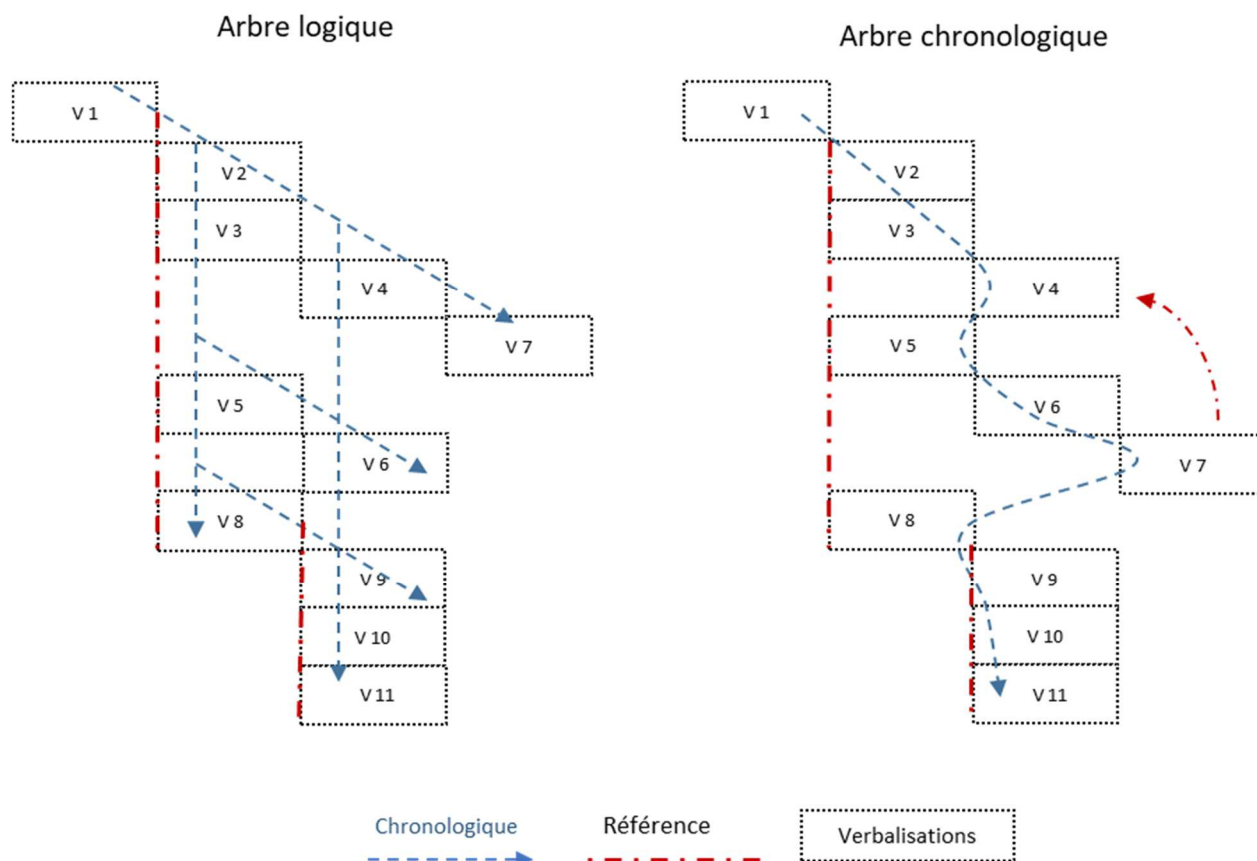


Figure 77 : Fonctionnement des arbres de verbalisations.

Par ailleurs, comme évoqué précédemment, nous avons pu distinguer plusieurs arbres « types » qui correspondent aux catégories de la figure 77. Dans la figure 78, les 4 types d'arbres sont schématisés et suivent la logique suivante :

- Type 1 (*inférieur à 5 verbalisations*) : présence d'une « proposition » et une solution (souvent la « convergence »). Le nombre de « propositions » est inférieur à 3.
- Type 2 (*de 5 à 15 verbalisations*) : reprise du schéma du type 1 avec l'apparition d'un « argument » quasi systématiquement ce qui ouvre la discussion au débat et à plus de verbalisations. Le nombre de « propositions » se limite à 3 ou 4.
- Type 3 (*de 16 à 35 verbalisations*) : reprise du schéma du type 2 avec des « propositions » initiales qui se déploient soit en profondeur à partir d'une « proposition » « phare » soit sur plusieurs « propositions » qui sont comparées sans les détailler en profondeur. Le nombre de « propositions » est supérieur à 3.
- Type 4 (*+ de 36 verbalisations*) : reprise de l'ensemble des types et combinaisons des différents schémas. Les « propositions » y sont plus détaillées et sur plusieurs « propositions » alternatives.

Ces typologies d'arbres sont des modèles observés permettant une « *classification* » qualitative sur un échantillon relativement restreint et des exceptions existent parmi les 56 arbres. Nous remarquons qu'à la taille « *charnière* », les arbres s'orientent vers une typologie ou l'autre. Par exemple, les arbres de 15 verbalisations sont soit du type 2 (cf. *tableau 24, ENV n° 217*) soit du type 3 (cf. *tableau 24, ENV-STR n° 166*).

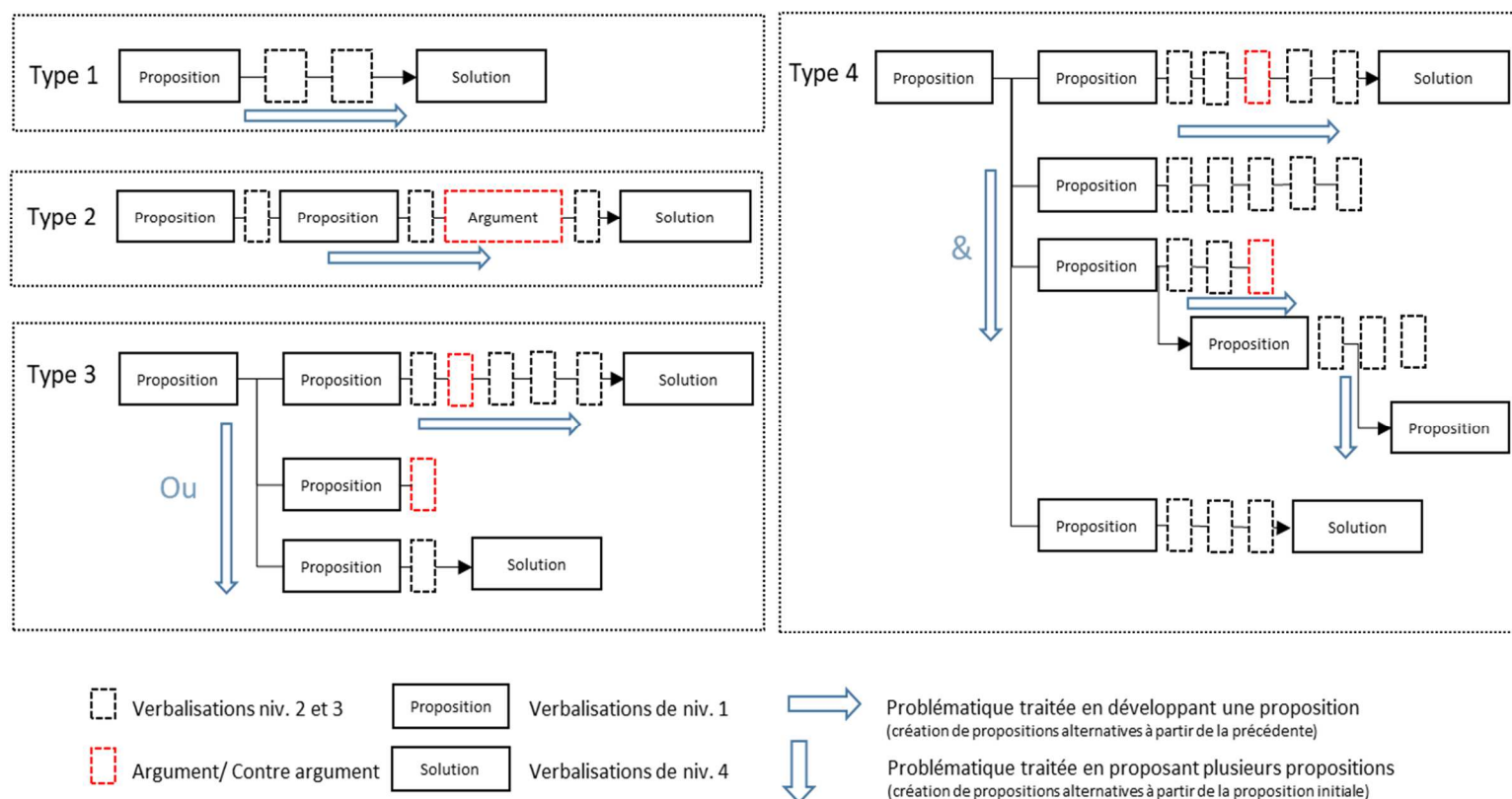


Figure 78 : Profils types d'arbres de verbalisations.

Aussi, avons-nous choisi de détailler 4 arbres parmi les 56 des réunions de coordination du 13 et du 27 mars. Nous avons présélectionné ceux de la réunion du 27 mars qui traitent de toutes les thématiques possibles. Ensuite, les arbres n'aboutissant pas à une stabilisation et ne faisant intervenir aucun OIC ont été écartés. Enfin, nous avons sélectionné ceux qui offraient une diversité de positionnements des OICm, des catégories de verbalisations et des acteurs qui interviennent en réunions. Cet échantillon d'arbres décrits ci-dessous est complétés par le document *Annexes_R_2* où des arbres des thématiques non abordées si dessous sont également décrits et l'ensemble des arbres des deux réunions sont recensés sous la forme schématique de la figure 77.

Les arbres répertoriés de la figure 79 à 82 sont décrits de manière similaire à chaque fois reprenant les caractéristiques essentielles de chacun et mettant en valeur les points qui diffèrent.

Observations générales sur l'ensemble des arbres analysés

Les arbres sélectionnés sont du type 2 et 3. Ils sont à la fois constitués d'arbres de type 1 et 2 et à la fois de sous parties des arbres de types 4, beaucoup plus conséquents.

Suivant la thématique d'étude, nous constatons que les métiers concernés prennent essentiellement la parole avec le coordinateur. Ils interviennent sur l'ensemble des niveaux de verbalisations représentés par des nuances de gris. Rappelons que les interactions effectuées avec l'OIC sont principalement effectuées par le CO-CT lors de verbalisations d'autres acteurs. L'ensemble des OIC exposés dans les arbres de verbalisations est des OICm sous une forme 2D, 3D ou gestuelle.

Les arbres choisis représentent également des échantillons de discussions et d'usage des OICm, les résultats sont présentés à titre qualitatif. Ils illustrent la diversité des situations rencontrées parmi les 56 arbres qui comptent des usages d'OICm.

L'arbre de la thématique ENV du 27/03

A la figure 79, un des arbres de discussions sur la thématique de ENV est représenté ; il comporte 30 verbalisations et est assimilable à un arbre de type 3 (cf. figure 78). Dans ce sujet de discussion, nous notons l'intervention ponctuelle des rôles de modélisation P.I et du MOE qui énoncent de nouvelles « *propositions* » ou un « *contre-argument* ».

Des schémas très courts de discussions autour d'une « *proposition* » sont observables (similaire au type 1 d'arbre, cf. figure 78) aux verbalisations 1012-1013 et 1024-1025. Celles-ci s'intègrent toutefois dans un schéma global où plusieurs « *propositions* » se succèdent et font l'objet de discussions avec des « *arguments* ». Nous notons l'absence de « *vérification* » ; celle-ci est décrite à la figure 70 sur la globalité de la réunion comme intervenant assez fréquemment. Le sujet de discussion est développé en fin de réunion : il débute à la verbalisation n° 1006 sur 1145 au total pour la réunion.

Deux branches d'échanges se distinguent aboutissant chacune à une « *stabilisation positive* ». Une seule comporte l'usage d'OICm en simultané avec des verbalisations. L'OICm utilisé à 4 reprises est une coupe extraite de la maquette numérique. Elle vient appuyer des verbalisations de 2^{ème} niveau (en gris) pour apporter de l'« *information* » ou une idée en faveur de la « *proposition* » à laquelle elle se réfère. Son usage s'effectue de manière groupée au cours des échanges. Elle intervient au cours de la « *proposition* » précédant la dernière « *proposition* » et qui aboutit à la « *stabilisation positive* ».

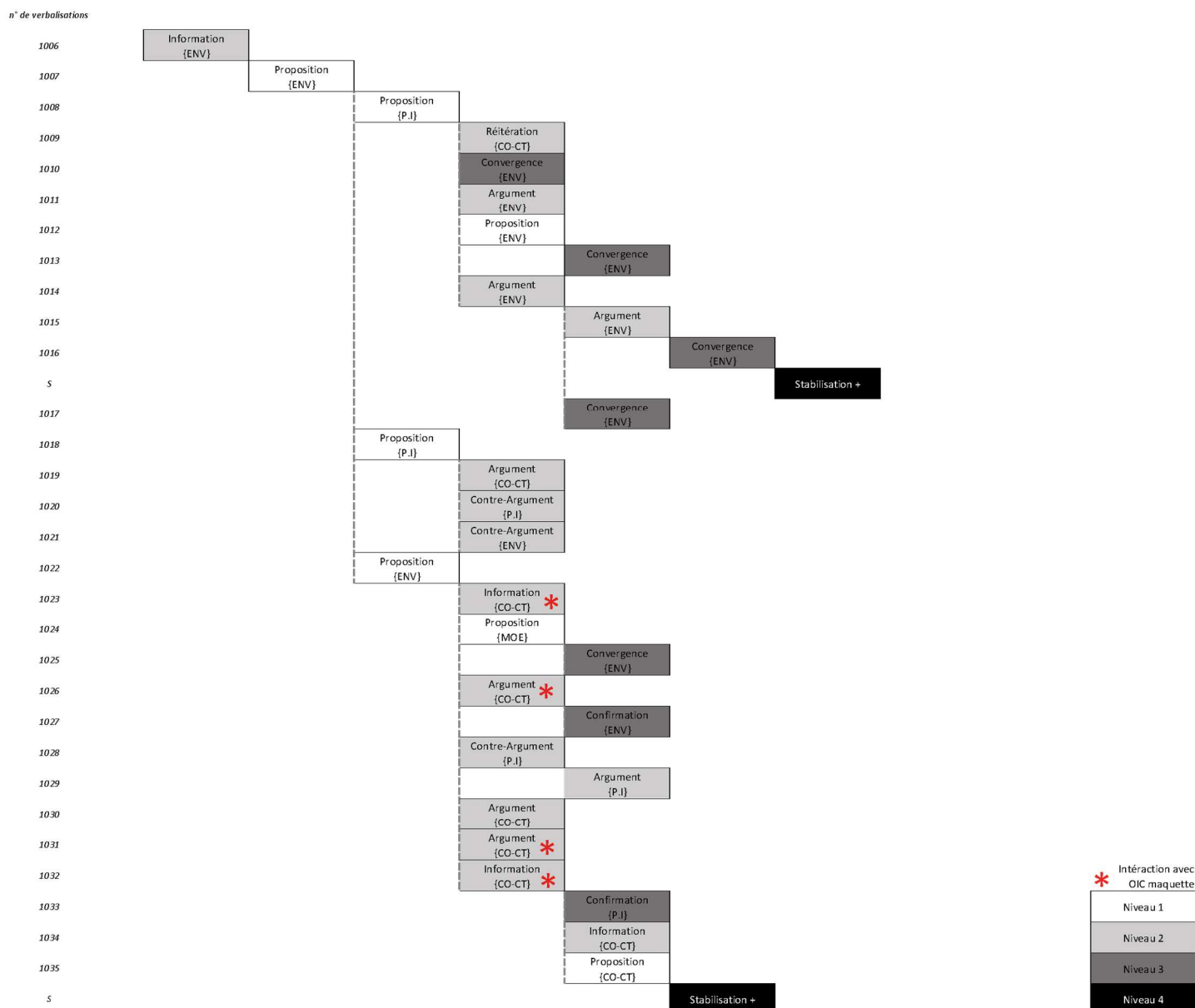


Figure 79 : Arbre de verbalisations de ENV de la réunion du 27/03.

L'arbre de la thématique T.S du 27/03

A la figure 80, l'arbre de discussions sur la thématique de T.S se développe ; il comporte 13 verbalisations et est assimilable à un arbre de type 2 (cf. figure 78). Dans ce sujet de discussion, les acteurs qui échangent sont le CO-CT et les modélisateurs P.I et T.S, sans intervention du client.

La discussion présente une seule « stabilisation positive » amenée par un échange entre les rôles CO-CT et T.S. L'échange intervient en début de réunion à partir de la verbalisations n° 353 sur 1145 au total. Une des particularités de cette discussion est l'emploi du geste mimétique peu utilisé lors de la réunion du 27 mars. Celui-ci intervient ponctuellement lors d'une « proposition » et d'un « argument ».

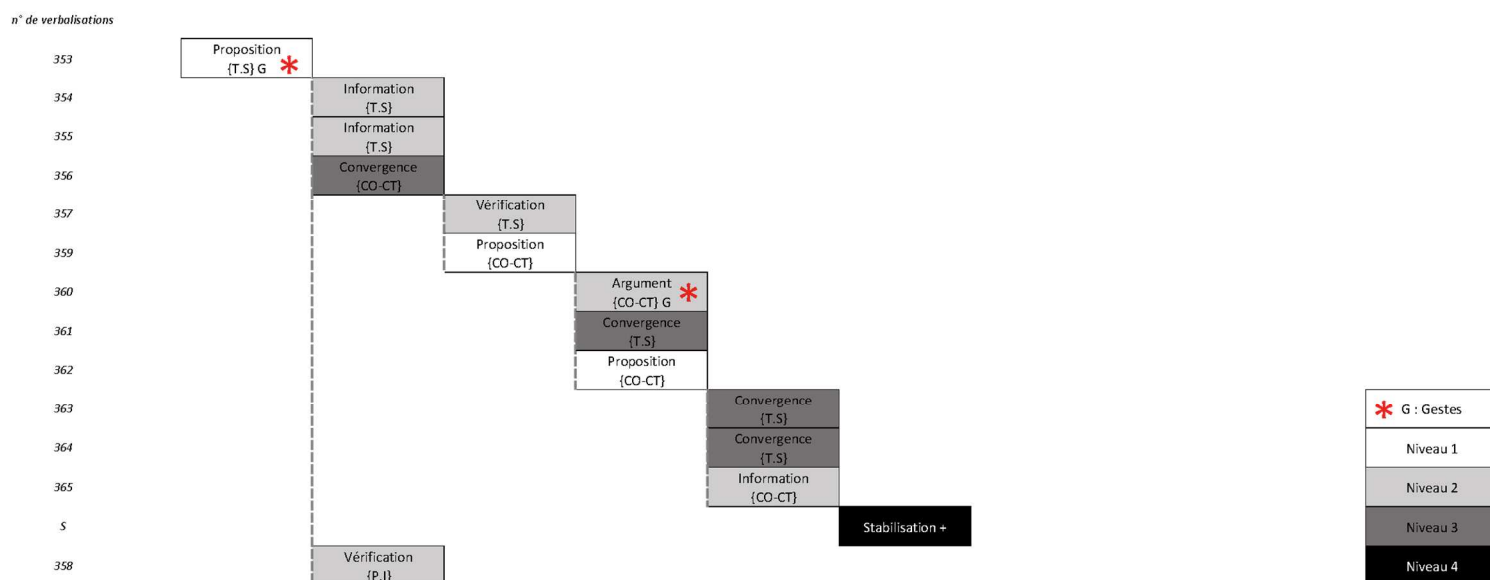


Figure 80 : Arbre de verbalisations de T.S de la réunion du 27/03.

L'arbre de la thématique STR – T.S du 27/03

A la figure 81, le seul arbre traitant de la thématique STR-T.S se développe ; il comporte 30 verbalisations et est assimilable à un arbre de type 3. C'est ici l'arbre le plus conséquent en nombre d'interactions avec les OICm au cours des échanges verbaux. Nous comptons 19 interactions coïncident avec les verbalisations de 6 rôles distincts. Le MOE intervient a de nombreuses reprises en début d'échange et le rôle d'ENV demande une « vérification » en fin d'échange. L'échange intervient en fin de la réunion à partir de la verbalisation 941 sur 1145 au total.

Seuls les rôles de modélisation concernés par la thématique de discussion et le coordinateur s'expriment. Le MOE apporte seulement son avis positif au début de l'échange. L'arbre se déploie autour d'une « proposition » initiale qui est développée en trois autres « propositions ». Elles s'enchaînent à la suite de l'ajout d'information ou de débats (« contre-argument »). Nous notons une première stabilisation positive à mi-chemin entre la « proposition » et la « stabilisation finale ». Par ailleurs de nombreuses « vérifications » sont effectuées ainsi que l'apport d'informations par différents rôles.

Les OICm sont utilisés après la 1^{ère} stabilisation jusqu'à la dernière. Une des particularités de cet échange est l'usage d'OICm vers une stabilisation positive (2^{ème}) et vers une stabilisation négative (la 3^{ème} et dernière). Les acteurs emploient la maquette numérique de manière quasi systématique à partir de la « proposition » n°950. Son usage s'effectue lors de verbalisations des trois premiers niveaux et en majorité sur le niveau 2 (« Information, vérification, argument et contre-argument »). Son usage accompagne 3 « convergences » et 1 « confirmation » d'acteurs distincts.

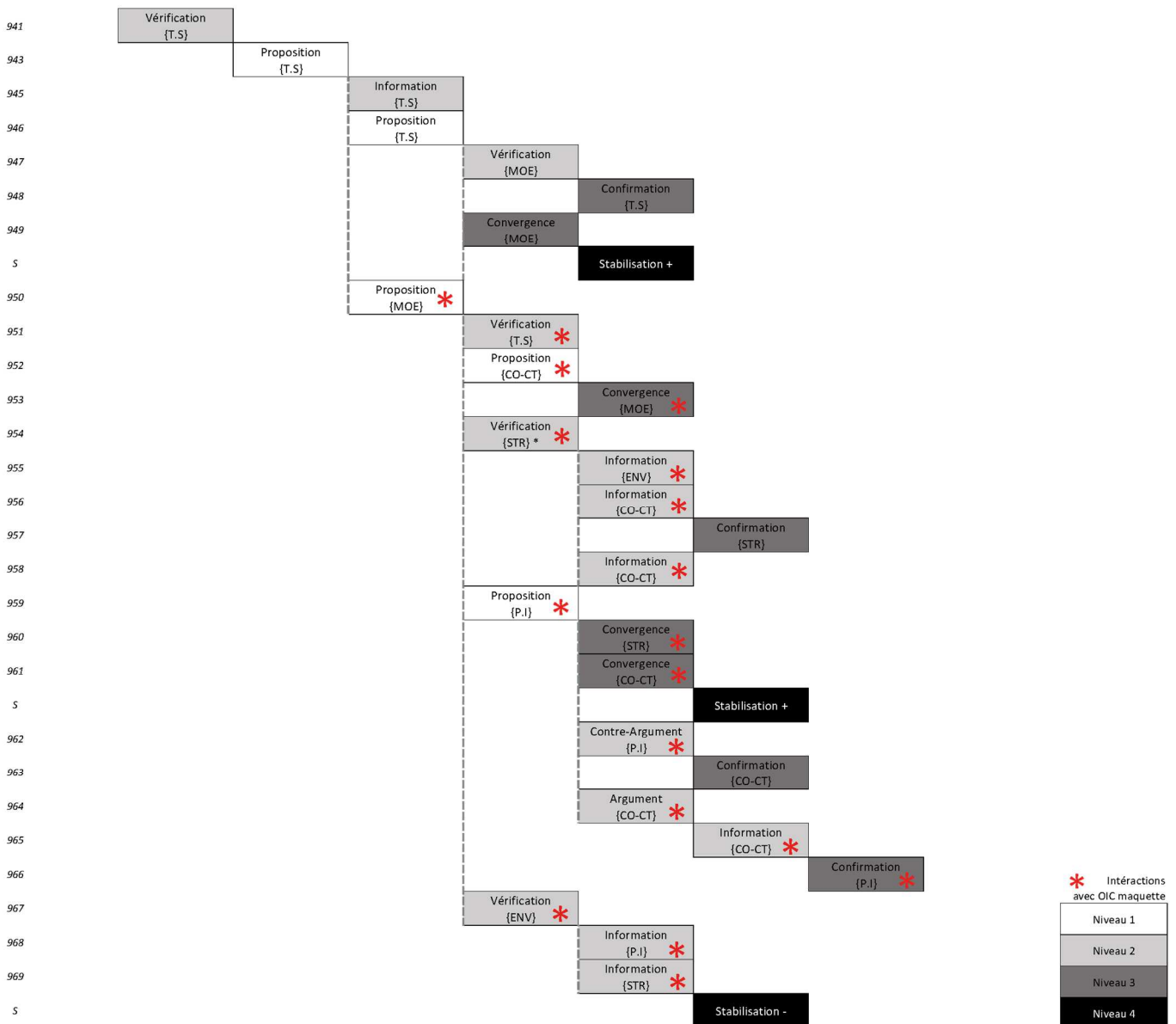
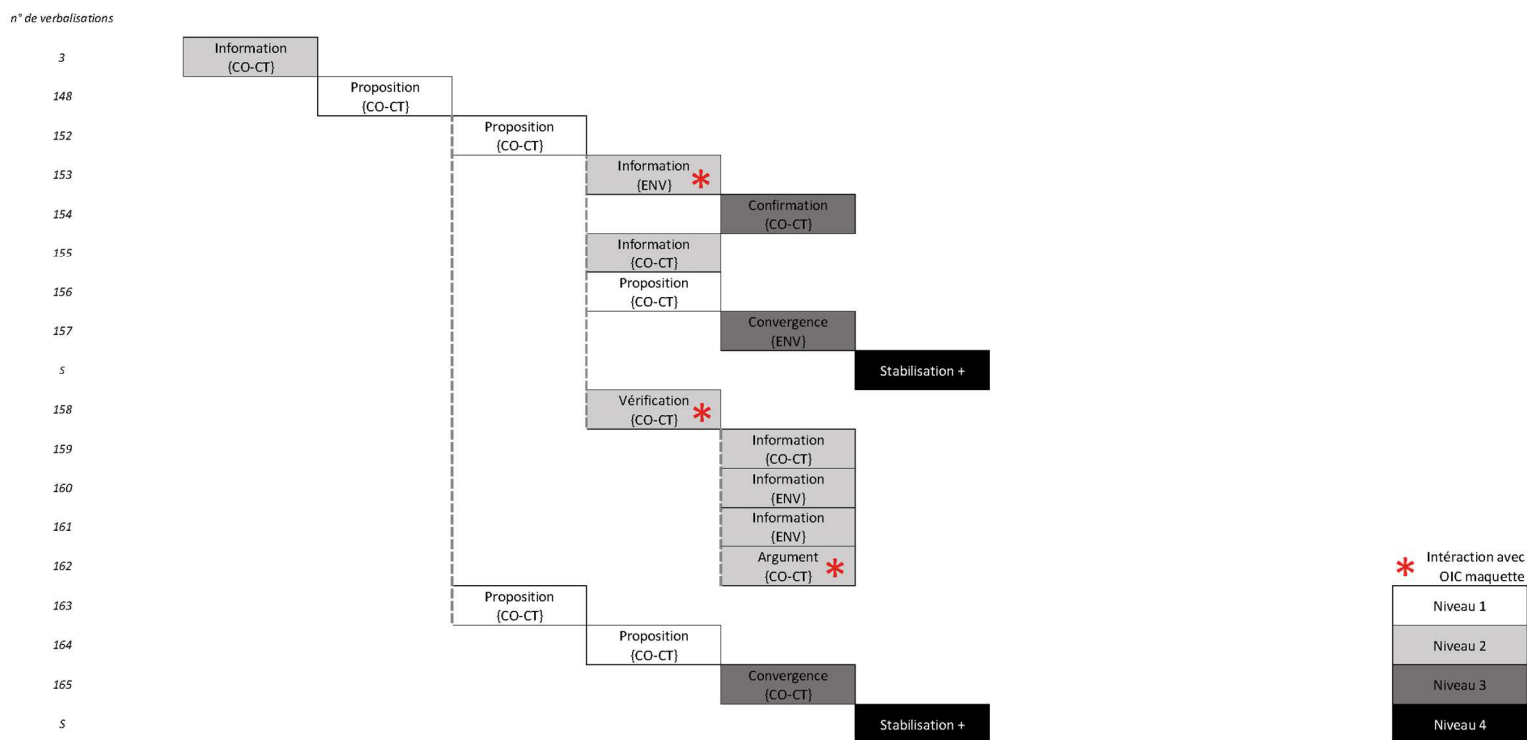


Figure 81 : Arbre de verbalisations de STR-T.S de la réunion du 27/03.

L'arbre de la thématique ENV – STR du 27/03

A la figure 82, un des arbres de discussions sur la thématique de ENV-STR est représenté ; il comporte 16 verbalisations et est assimilable à un arbre de type 3. Dans ce sujet de discussion, les acteurs qui échangent ont uniquement le rôle ENV et celui de coordinateur, pas d'intervention du client ou d'autres modélisateurs. Nous notons que seul le coordinateur énonce des « *propositions* » mais que les « *convergences* » sont émises par les deux rôles. Le rôle ENV apporte uniquement des « *informations* » dans cet échange. L'échange intervient en début de réunion à partir de la verbalisation 148 (elle se réfère au sujet de la verbalisation 3 qui annonce le début de l'analyse des clashes « ENV- STR ») sur 1145 au total.

Deux branches d'échanges se distinguent disposant chacune d'une « *stabilisation positive* ». La première branche est développée avec l'apport d'« *arguments* », d'« *informations* » et de « *vérifications* ». De plus, elle présente l'usage d'OIC en simultané avec les 3 types de catégories énoncées de niveau 2. L'OICm employé est une vignette du viewer qui focalise sur une partie de la maquette numérique sur lequel apparaît le clash en question. Celui-ci s'effectue ponctuellement au sein de cette branche (verbalisations non consécutives). La seconde branche se restreint à un schéma similaire à celui des arbres de type 1.



Synthèse

Les résultats détaillés ci-dessus analysent les verbalisations dites « utiles » sur les thématiques de modélisations en réunion de coordination. Elles sont étudiées selon trois axes, à savoir : les catégories de verbalisations, l'usage des OIC et les rôles des acteurs qui échangent en réunions. Ces trois axes sont étudiés seuls, par deux ou les trois ensembles, permettant une analyse de leur influence les uns par rapport aux autres.

Au cours de la réunion du 27 mars, les points remarquables de chacun des axes d'études sont les suivants : les catégories de verbalisations les plus utilisées sont les « propositions », les « informations » et les « convergences », l'usage des OIC se tourne essentiellement vers ceux représentant la maquette numérique et plus d'1/3 des échanges sont formulés par le rôle de CO-CT.

Lors de l'étude des influences de deux axes, nous notons que le rôle CO-CT et de modélisateurs emploient autant les « propositions » l'un que l'autre et que les modélisateurs prononcent davantage d'« informations » et de « convergence » que les autres rôles. De plus, l'usage des OIC s'effectue principalement par le CO-CT, qui gère l'écran de partage sur lesquels sont affichés les OICm numériques. Seuls les gestes sont réalisés par les acteurs eux même. Enfin, les OICm accompagnent en priorité les verbalisations de « propositions », « vérifications », « arguments » et « informations ».

Enfin, l'étude des trois axes d'étude combinés offrent une vision complète des résultats. Ceux-ci sont étudiés globalement révélant pour certaines catégories de verbalisations des occurrences trop faibles pour tirer des conclusions. Pour les « propositions », « arguments », « informations », « confirmations » et « convergences », les données révèlent un usage des OICm non similaires entre les acteurs pour chacune des verbalisations. L'analyse des trois axes combinés est illustrée par des arbres de verbalisations. Ces derniers dessinent le chemin de verbalisations prononcé par les acteurs accompagnés d'OICm vers la prise de décisions. Ils sont classés en 4 types en fonction du nombre de verbalisations, du nombre de « propositions », de la présence d'« arguments » et de la manière dont sont développées les « propositions » (une très détaillée ou plusieurs solutions proposées).

Introduction

Etat de l'art

Problématique & Questions de recherche

Méthodologie

Résultats

DISCUSSIONS

Conclusion

Références

Chapitre 6 : Discussions

Dans ce chapitre, les observations relevées et les résultats exposés précédemment vont être mis en relation et comparés avec les résultats et analyses des chercheurs évoqués dans l'état de l'art. Ensuite, les observations et interprétations précédentes sont exploitées dans le but d'apporter des réponses aux questions de recherche.

Pour rappel, la problématique a été subdivisée en sous-questions autour des grandes thématiques de la question de recherche générale qui traitent chacune d'un aspect du problème permettant d'y répondre plus facilement :

QR : Quelle est la contribution de la maquette numérique lors des échanges en réunion de coordination pour la prise de décisions ?

- **QR1 : Quels types d'échanges entre acteurs sont observés en réunions de coordination, en particulier ceux qui conduisent à la prise de décisions ?**
- **QR2 : Quels types d'objets intermédiaires collectifs sont utilisés par les acteurs en réunions de coordination ?**
- **QR3 : Quels est l'usage des objets intermédiaires collectifs lors des échanges en réunions de coordination ?**

Afin d'apporter des réponses à ces interrogations, divers moyens ont été mis en œuvre comme l'observation de réunions, l'étude détaillée des enregistrements vidéo de ces réunions, des questionnaires et des entretiens post-réunions.

Dans ce chapitre, les résultats de la réunion de coordination en co-présence virtuelle du 27 mars feront l'objet d'une analyse approfondie, les autres résultats sont recensés dans l'*Annexes_R_1* et sont employés uniquement à titre indicatif par la suite.

Nous rappelons que la thématique d'étude choisie est la modélisation et que les activités d'exploitation, de simulation ou d'organisation du projet n'ont pas été traitées (*cf. figure 47*). De plus, lors des échanges autour des sujets de modélisations, les acteurs de projet abordent différents sujets de discussions regroupés en arbres thématiques portant sur une ou deux disciplines d'études traitées conjointement (*cf. tableau 24*). Ces derniers agencent les catégories de verbalisations de la grille d'encodage décrites au §4.3.2 et reprises dans les documents *Annexes_T_1* et *Annexes_M_3.2*.

Par ailleurs, les Objets Intermédiaires Collectifs (OIC) sont traités et analysés selon 2 sous-groupes caractérisant leurs contenus : ceux traduisant un ou plusieurs des aspects de la maquette numérique et ceux n'y faisant pas référence.

Nous noterons que les acteurs de projet ont apporté leurs avis sur le contexte d'étude en appuyant notamment le fait que la réunion de coordination est propice à la prise de décisions et qu'elle représente aussi un contexte d'activités collectives où les acteurs sont à l'aise pour échanger entre eux (*cf. figure 62*). Dès la première réunion du 13 mars, leurs avis basés aussi bien sur le vécu de la réunion à laquelle ils venaient de participer que sur leur a priori, révèlent un retour favorable de ces réunions de coordination (*cf. Annexes_R_1*). En effet, les acteurs semblent les envisager comme des opportunités pour l'avancement du projet. Nous avons dès lors réalisé les expériences et obtenu des résultats dans un contexte favorable aux échanges et à la prise de décisions tant d'un point de vue objectif, l'analyse des réunions, que subjectif, les avis des acteurs.

6.1. Discussions autour de l'état de l'art

Lors de l'analyse des résultats, plusieurs interprétations se dessinent autour des thématiques abordées dans le chapitre 2 (cf. figure 18). Nous avons noté des éléments remarquables en dehors des thématiques des sous-questions de recherche comme la progression du référentiel commun, les gestes de pointages, les affinités entre les acteurs, la définition d'objets intermédiaires dits « collectifs » et la perception de la conception entre un atelier d'architecture et un projet de collaboration BIM.

Rythme de la discussion en fonction du stade du projet

Lors du traitement des données des deux réunions de coordination, nous avons mis en valeur le fait que celle du 13 mars compte environ 10,5 verbalisations/min et que celle du 27 mars compte environ 11,5 verbalisations/min. Ces débits sont sensiblement similaires bien qu'il y ait 2 réunions d'écart dans l'avancement du projet (sur 8 réunions au total et 3 dont le sujet est la modélisation). Par ailleurs, le nombre de sujets traités conserve cette proportion relativement équilibrée avec 29 sujets/h pour la 1^{ère} et 32 sujets/h pour la 2^{nde}. Ainsi, nous constatons que même si le cadre de la réunion change et que le projet avance, les deux réunions gardent le même rythme.

Or, d'après les observations de Defays (2015), de Falzon (1991 cité par Defays p.95) et celles de Krausse et Weinheimer (1966 cités par Defays, p.95), la longueur des verbalisations a tendance à raccourcir au fur et à mesure d'un travail en commun. Les verbalisations sont plus longues et imprécises au début puis celles-ci deviennent plus courtes et précises. C'est la base de connaissances communes créée entre les acteurs qui enrichit leurs savoirs partagés et leur permet de traiter plus rapidement les sujets.

Dans notre cas d'étude, sur le sujet de la modélisation en architecture, nous n'observons pas ce phénomène entre la première et la dernière réunion traitant de modélisation. Le rythme des discussions reste constant (nombres de sujets et verbalisations). Les facteurs non négligeables à prendre en compte sont le rapprochement des réunions à l'échelle du projet (seulement 1 réunion d'écart) et la faible fréquence de réunion (une seule par semaine). Nous pouvons alors faire deux suppositions : soit les acteurs ont besoin de plus de temps pour enrichir leur *common ground* et par conséquent traiter plus rapidement les sujets d'études ; soit, à l'inverse, les acteurs se connaissent et ont auparavant travaillé ensemble. Nous pourrions envisager que ce facteur influence positivement le rythme de la discussion, ceux-ci atteindraient alors déjà un rythme de discussion élevée. Toutefois, au vu des profils du groupe (cf. figure 26), nous pensons que la 1^{ère} interprétation est la plus probable. Il faudrait considérer l'étude de réunions plus avancées dans le projet pour observer le phénomène décrit par les chercheurs. De surcroît, les acteurs réalisent le 27 mars une réunion en visioconférence, à laquelle ils ne sont pas habitués. C'est un contexte nouveau qui nécessite plus d'organisation et plus de temps de régulation pour coordonner les acteurs.

Caractéristiques des réunions en co-présence virtuelle

Lors de la retranscription des échanges verbaux entre les différents acteurs, nous avons parfois rencontré des difficultés dues au chevauchement de discussions entre acteurs qui ne « respectaient » pas les tours de parole de chacun. Ce phénomène n'est pas apparu lors de la réunion en co-présence physique bien que les acteurs s'interrompaient de temps à autres. Ces derniers utilisaient qu'un seul moyen de communication ne permettant pas d'aparté. Or, Defays (2015) souligne le fait que lors d'une conversation, les interlocuteurs se régulent en général selon le principe implicite qu'une seule personne parle en même temps (cf. §2.2.2). Nous pouvons nous demander dans quelle mesure cela s'applique aux réunions à distance.

Cependant, lors d'expériences personnelles, les réunions en visioconférences en groupe favorisaient davantage l'écoute et le respect des tours de parole sans avoir recours à d'autres moyens de communications. En revanche, les réunions en présence étaient parasitées par des apartés de duos ou trios d'acteurs. Ce phénomène peut se produire aussi en visioconférence mais il n'est pas « perturbateur » puisqu'il se réalise par un autre moyen de communication, par exemple le chat. Le caractère semble donc dépendre du contexte mais également du groupe d'étude.

Par ailleurs, Gronier et al. (2001) mettent en évidence le « *bouleversement des relations hiérarchiques* » dans ce type de réunions à distance. Cet aspect-là n'a pas été observé sur la réunion du 27 mars bien que la présence des acteurs de projet, du MOE et CO-BIM aurait pu créer une telle situation. Dans le cadre pédagogique du projet, il est possible que les acteurs sur une courte durée comme celles-ci n'adoptent pas les mêmes attitudes que dans un contexte professionnel comme observé par les chercheurs. Cela peut également s'expliquer par le fait que lors de la réunion en présentiel aucun « poids » hiérarchique n'a été perçu par les acteurs ou ne les a contraints dans la réunion de coordination. Par conséquent, les schémas sont finalement identiques entre la réunion en co-présence physique et virtuelle.

Gestes de pointage

Au cours des réunions de coordination, l'analyse des OIC intègre la dimension gestuelle en plus des artefacts physiques et virtuels. Le type de gestes retenus est le geste mimétique qui à lui seul crée une représentation de l'objet ou d'une partie de l'objet d'étude. Toutefois, nous avons aussi porté une attention aux gestes de pointage. Ceux-ci sont systématiquement réalisés en même temps qu'une interaction avec un OIC ; ils sont donc pris en compte avec la catégorie d'OIC à laquelle ils se réfèrent (cf. figure 67). Ce type d'analyse fait écho aux observations de Visser (2010) sur les deux formes d'articulation gestuelles et verbales soit « intégrées » soit « autonomes ». Cette dernière décrit les gestes « autonomes » comme rares, ils sont en général réalisés simultanément avec les verbalisations, parfois les précèdent ou les suivent décalés d'un laps de temps. De plus, Defays (2015) expose qu'en situation de co-présence, les gestes de pointage sont accompagnés environ 97% du temps de verbalisation. Nos observations concordent avec les recherches de chacun, même si la finesse de codage ne distingue pas le laps de temps décrit par Visser (2010). Nous avons observé une simultanéité entre les modalités gestuo[de pointage]-verbales.

Objets intermédiaires collectifs

Les objets intermédiaire, employés lors des réunions de coordination, sont caractérisées par leur dimension collective et, digitale pour la plupart. Si l'on se réfère à la synthèse du §2.5.1, les OIC considérés répondent dans l'ensemble aux processus suivants : caractère hybride, représentation rétrospective et prospective, la commission, la médiation, la prescription et la facilitation d'échanges et d'interactions pour aboutir à des accords (Vinck & Laureillard, 1996). Effectivement, les définitions que nous jugeons assez ouvertes données par les auteurs permettent d'inclure un nombre important d'artefacts dans la catégorisation d'objets intermédiaires. Dans notre cas d'étude, la maquette numérique et ses représentations (vignettes, plan, coupe, etc.), nous apparaît pleinement comme un nouveau type d'objets intermédiaires non plus matériel mais digital. Cette dernière représente aussi bien le futur bâtiment que les volontés des concepteurs en traduisant leurs représentations. Bien que la conservation des intentions initiales soient délicates en passant du support papier au support numérique, les modélisateurs cherchent à conserver les intentions et les volontés des concepteurs. Il est vrai que les indices initiaux sont soumis à une appréciation subjective de l'individu à savoir si les intentions ont été conservées ou non. Cependant, cette volonté reste un guide dans la modélisation numérique en général. Cette même subjectivité peut être observée en traduisant un dessin 2D en une maquette physique 3D à notre avis. Par ailleurs, certains aspects de la définition des objets intermédiaires sont pleinement remplis par la maquette 3D. En effet, celle-ci illustre clairement le caractère « hybride » décrits par les chercheurs Mer & al. (1995) Vinck et laureillard, Jeantet & al. (1996) et Jeantet (1998). Elle représente la matière par sa modélisation virtuelle visible des logiciels ou des *viewers* et, lors de projet, tel que celui étudié, elle est le parfait exemple d'un outil vecteur de coopération entre des acteurs pluridisciplinaires.

Dans le groupe d'OIC considérés comme faisant référence à la maquette numérique, nous avons choisi d'inclure les gestes mimétiques. Ceux-ci peuvent faire l'objet de discussion au vu de leur non-« matérialité ». Nous avons considéré que si un aspect du projet était représenté même avec une partie du corps, celui-ci se spatialisait. Elle est considérée comme un objet/artefact délimitant une zone de l'espace pour représenter une caractéristique du projet.

Ce qui nous a paru particulièrement intéressant dans l'inclusion de cette catégorie, c'est son usage plus spontané que le dessin lors des réunions de coordination avec des supports numériques. En effet, les acteurs par simplicité ou volonté du moindre effort ont explicité leurs intentions, leurs informations, leurs doutes, etc. en mimant une partie du projet. Cette modalité est perçue comme une autre voie complémentaire de la modalité graphique sur support numérique.

Dans le contexte de la réunion de coordination, spécifiquement portée sur le sujet de la modélisation (détection de clashes), nous choisissons de spécifier la dénomination de ces objets par objets intermédiaires collectifs. En effet, les objets utilisés dans ce cadre sont créés par la contribution de tous les acteurs de modélisation mais servent aussi à tous pour avancer dans le projet. Cette dimension fait écho à la qualification de la maquette numérique comme un « *objet frontière co-développé* » employée par Miettinen et Paavola (2016).

Conception atelier d'architecture et conception en Studio Digital Collaboratif (SDC)

Cette discussion se base sur des expériences personnelles de projet d'étude : la conception d'un musée dans le cadre de l'atelier IV de master I et la conception BIM d'une salle de spectacle conçue par une équipe antérieure d'architectes. Les deux expériences reflètent deux types de co-conception dans le cadre de projets pédagogiques. En effet, dans chacun des cas, le travail alterne les situations de co-conception (en revue de projet et en réunion de coordination) et les phases de conceptions distribuées ; nous portons notre attention sur le premier type de conception.

L'atelier IV était constitué d'une équipe de 4 concepteurs tandis que la conception BIM regroupait 9 acteurs de projets (cf. figure 23). Ces deux expériences se rapprochent et se distinguent en plusieurs points : nombres d'acteurs, position dans le cursus de formation, groupes de projets différents ou non, les outils de conceptions, statuts des acteurs (concepteurs initiaux ou non), etc. Nous développerons ce dernier point.

Comme précisé précédemment, le projet d'atelier IV est conçu par 4 concepteurs tandis que la conception en SDC est une réappropriation d'un projet déjà existant par 9 acteurs pour l'intégrer dans une perspective BIM. L'engagement dans la prise de décisions et les choix réalisés est abordé très différemment. En effet, dans le cadre de l'atelier IV, les acteurs sont les concepteurs initiaux du projet. Ils réalisent les choix architecturaux déterminants en termes de connexion au contexte, de mise en valeur du site, de gestion des pleins et des vides, de volumétrie du bâtiment, d'agencement des fonctions au regard du programme, du choix de l'esthétique, de la prise en compte des performances et enjeux énergétiques, etc. autant de sujets abordés sources de débats et de confrontations de points de vue.

Le projet de SDC traite de la modélisation, l'exploitation, la simulation de la maquette numérique et leur organisation. En revanche, il ne laisse pas la liberté aux acteurs de prendre des décisions aussi fondamentales que celles du projet d'atelier IV. Ils doivent « se contenter » de suivre les volontés des architectes concepteurs. Leurs problématiques s'orientent autour de thématiques de gestion de l'information, de l'implantation de celle-ci dans le modèle numérique, du niveau de détails de modélisation et de l'information implantée nécessaire, de connexion entre les différents corps d'état dans les modèles numériques (les interfaces), de prévisions des besoins d'exploitation et de simulations, d'organisation des échanges et contrôles des modèles, de la coordination des modèles et de l'équipe, etc.

Ces deux exercices pédagogiques reflètent des situations de co-conception où les acteurs s'orientent tous autour d'un but commun mettant à profit leurs compétences spécifiques pour la résolution de problèmes et la prise de décisions. Les enjeux se positionnent à des niveaux différents. D'une part, en conception BIM, les rôles et missions des acteurs affectent la prise de décisions. Nous avons pu constater que les échanges entre les partenaires en réunions de coordination aboutissent presque toujours à un accord (cf. p.65). Le chef de projet dans l'expérience de Paavola et Miettinen (2018) résume très bien le contexte d'étude en surnommant la réunion « *Fitting together meeting* ». D'autre part, lors de la phase initiale d'esquisse dans la conception d'un projet, les concepteurs ne visent pas la recherche d'un accord rapide mais souhaitent intégrer chacun leurs idées dans les lignes directrices du projet. L'égo des concepteurs ralentit le processus de prise de décisions pour laisser place à plus de débats.

6.2. Discussions autour des questions de recherche

Les résultats présentés dans le chapitre 5 vont nous permettre d'apporter des éléments de réponses aux questions de recherche énoncées précédemment. Chacune d'entre elles sera développée successivement mêlant les résultats portant sur la combinaison d'un axe et de deux axes d'études abordés au chapitre précédent. La combinaison des trois axes d'étude participera à la réponse à la question de recherche générale. Enfin, les limites méthodologiques rencontrées sont détaillées ainsi que les perspectives envisagées à ce travail.

6.2.1. Liens entre les types d'échanges observés en réunions et la prise de décisions

Les types d'échanges

Les réunions de coordination sont animées par les échanges entre les acteurs de projets sur les diverses thématiques des différentes disciplines (cf. *tableau 24*). Les discussions s'orientent autour de deux types de verbalisations qualifiées de « *verbalisations utiles* » et « *verbalisations non utiles* » à la prise de décisions. Nous focalisons notre attention sur les 68 % de « *verbalisations utiles* » qui portent sur la thématique de la modélisation (détection de clashes) et qui peuvent conduire à des prises de décisions (cf. *figure 63*). A l'inverse, les « *verbalisations non utiles* » abordent des sujets de régulation de la discussion ou d'organisation qui n'aboutissent pas à des prises de décisions en relation avec les problématiques du projet (répartition des tâches, organisation du planning, etc.). Par ailleurs, « *les verbalisations non utiles* » au sujet de la simulation et de l'exploitation peuvent conduire à des prises de décisions mais ne concernent pas notre étude.

Parmi les « *verbalisations utiles* », le graphique repris à la *figure 63* explicite l'utilisation prépondérante de 3 catégories : « *proposition* », « *information* » et « *convergence* ». Les autres catégories fréquemment utilisées telles que les « *arguments* », les « *vérifications* » et les « *confirmations* » en additions des trois catégories prépondérantes orientent le type de discussion autour de deux dynamiques. La première concerne la demande d'informations et l'apport d'informations reliées aux verbalisations de « *vérification* » et d'« *information* » ; la seconde expose l'avis de l'acteur en utilisant des « *arguments* » et « *contre-arguments* ». En effet, nous retrouvons ces types de discussions dans les détails des verbalisations dans les arbres thématiques. L'ensemble des arbres (ou branches d'arbres) analysés menant à une « *stabilisation positive* » (une prise de décisions) s'oriente plus vers l'une ou l'autre des dynamiques. Par exemple, l'arbre ENV développe deux branches d'échanges autour d'arguments et de contre-arguments menant à deux stabilisations positives, en plus des « *propositions* » et « *convergences* » (cf. *figure 79*). A l'inverse, l'arbre STR-T.S déploie deux branches d'échanges vers deux stabilisations positives uniquement tournées autour de verbalisation du type « *information* » et « *vérification* » en plus des « *propositions* » et « *convergences* » (cf. *figure 81*). Enfin, certains arbres présentent aussi bien l'une ou l'autre des dynamiques mais dans des branches différentes à l'image de l'arbre T.S-P.I. La première stabilisation est amenée principalement par une succession d'arguments tandis que la seconde stabilisation se positionne à la suite d'une répétition du duo « *vérification-information* ». Ainsi, deux tendances se dessinent au sein des échanges qui conduisent à la prise de décisions bien qu'il y ait des particularités avec notamment la présence d'« *informations* » dans les deux dynamiques.

De plus, un troisième enchaînement de verbalisations se distingue, il est caractérisé par sa « *rapidité* » à la prise de décisions (nommée « *brève* » par la suite). Celui-ci ne possède ni « *argument* », ni « *vérification* » et se limite à une prise de décisions en peu de verbalisations. Nous notons que Paavola et Miettinen (2018) analysent ce type de dynamique comme des points abordés sans problème particulier ou simple à gérer nécessitant peu de verbalisations. L'arbre ENV-T.S illustre ce phénomène où la prise de décisions s'effectue après trois « *propositions* » et trois « *convergences* » (cf. *Annexes_R_2*). Dans la plupart des cas, cet enchaînement est associé à des arbres de type 1 (cf. *figure 77*) ou des branches d'arbres qui suivent le même procédé, comme l'arbre STR-T.S (cf. *figure 81*) de la verbalisation n°946 à 949.

Ces différentes tendances se rapprochent de la vision évoquée par Falzon (1994) qui notifie deux objectifs dans les dialogues entre concepteurs : « *le transfert de connaissance* » et « *la résolution de problèmes* ». Le premier contribue à la construction du référentiel commun entre les acteurs tandis que la seconde vise à faire émerger une solution à la suite d'une confrontation des différents points de vue. Ainsi les accords auxquels aboutissent les deux dialogues ne sont pas de même nature, l'un est informatif comme une « *confirmation* » tandis que le second est décisionnel comme une « *convergence* ».

La tendance d'une discussion argumentative (la seconde) est mise en parallèle de la vision de Darses (2006). Cette dernière distingue trois étapes : « *l'analyse du problème, la recherche de solution et le choix de la solution* » (cf. §2.4.3). Celles-ci sont également soutenues par Visser (2001) qui emploie l'enchaînement « *Proposition – Opinion – Argumentation* » (cf. §2.4.3). Ces deux chercheuses évoquent une même idée de progression vers la prise de décisions en trois étapes que nous qualifieront par une succession d'informations, d'évaluation-argumentation et de décisions.

Dans les expériences de réunions de coordination, nous nous rapprochons de ces deux visions lors des échanges exprimant l'avis des acteurs qui reprennent des qualificatifs similaires. Les trois étapes sont reprises par les types de verbalisations suivantes :

- Les « *propositions* » et les « *informations* » participent à l'analyse du problème,
- Les « *arguments* » et les « *contre-arguments* » permettent d'évaluer la ou les solutions,
- Les « *convergences* » et les « *confirmations* » contribuent au choix de la solution finale retenue.
- De plus, nous notifions la prise de décisions par la stabilisation.

Lors de l'analyse de réunion, Martin (2001) et Détienne et al. (2005) mettent en valeur le processus d'argumentation duquel nous nous rapprochons. Elles décrivent trois étapes avec une évaluation d'arguments analytiques puis d'arguments analogiques/comparatifs et enfin, l'apport d'arguments d'autorité. Les acteurs passent d'une étape à la suivante si aucun consensus n'est trouvé. L'analyse porte spécifiquement sur le type d'arguments employé par les acteurs ce qui diffère dans notre cas avec l'étude de l'ensemble des catégories de verbalisations. Toutefois, la première et la deuxième étape font l'objet de discussions des acteurs autour d'arguments spécifiques qui se rapprochent de la discussion que nous qualifions d'argumentative. La dernière étape est très peu observée dans notre cas d'étude. Effectivement, elle fait référence à des décisions d'autorité si aucun consensus n'est trouvé ni par la première étape, ni par la deuxième. Or, au cours des réunions de coordination, le client participe autant à la prise de décisions que les autres acteurs et en théorie apporte la décision finale si aucun accord n'est trouvé. Nous avons noté trop peu d'occurrences de cette situation pour pouvoir la prendre en compte (voir paragraphe suivant).

La prise de décisions dépendante des rôles des acteurs

La prise de décisions qui découle d'une succession de verbalisations est formalisée par une discussion entre divers acteurs. Celle-ci arrive après des verbalisations d'un ou plusieurs acteurs exprimant un consensus/compromis jugé acceptable. Dans les catégories de verbalisations, la stabilisation s'ajoute à une verbalisation encodée et est déduite d'une ou plusieurs verbalisations précédentes portées par différents acteurs. L'analyse de la figure 70 nous indique que les acteurs qui prennent le plus de décisions sont les modélisateurs suivis du coordinateur puis par le client. Cette observation est surprenante car nous nous attendions à davantage de prises de décisions de la part du client en tant que gestionnaire du projet. Son faible nombre de prises de décisions peut potentiellement s'expliquer par une incompréhension des prises de décisions implicites émises par les autres acteurs. Il est également possible que, dans le cadre pédagogique, la volonté des acteurs-encadrants soit de ne pas intervenir dans le processus de décisions pour ne pas perturber le projet au vu de leurs positions hiérarchiques vis-à-vis des acteurs-élèves.

Nous pouvons mettre en valeur des informations complémentaires en analysant la répartition des prises de décisions plus précisément au niveau de chaque discipline (cf. tableau 21). Le nombre de prise de décisions semble lié à la répartition de la prise de parole de chaque discipline de la figure 68. Le pourcentage de prise de décisions des acteurs est proportionnel à leur prise de parole (nombre de verbalisations). Par exemple, le MOE joue un rôle d'importance comparable au modélisateur tant dans la prise de parole que

dans la prise de décisions. Nous notons de plus que le nombre de prises de décisions n'est pas équivalent entre toutes les disciplines de modélisations et que celui-ci est relativement proportionnel au nombre de sujets abordés pour chaque discipline (cf. *tableau 21*), sauf pour le binôme T.S. Dans ce cas, les deux acteurs de projet présentent des difficultés linguistiques dues à leur origine étrangère (cf. *figure 26*). De ce fait, le pourcentage révélateur d'une participation moindre ne peut pas être considéré comme tel puisque les données sont biaisées. En outre, la place du CO-CT change pour devenir le décideur majoritaire au cours de la réunion.

De surcroît, nous pouvons constater que les décisions sont prises par des rôles autres que la discipline concernée par la discussion. Le MOE, le CO-BIM ou le CO-CT représentent des disciplines transversales ; ils sont alors considérés comme arbitres lors d'indécisions ou d'oppositions pour trouver un compromis. Par exemple, l'arbre de l'ENV (cf. *figure 79*) souligne une stabilisation émise par un des modélisateurs ENV à la suite de 3 « *convergences* » exprimées par celui-ci mais aussi une stabilisation amenée par le CO-CT après un échange argumenté entre les modélisateurs ENV, P.I et le CO-CT. Le schéma est le même pour l'arbre ENV-STR (cf. *figure 82*), l'arbre P.I ou encore l'arbre ENV-P.I (cf. *Annexes_R_2*) où le CO-CT intervient pour la prise de décisions. D'autre part, nous observons la prise de décisions du CO-BIM lors de la discussion au sujet de la discipline STR (cf. *Annexes_R_2*) ou du MOE lors de la discussion au sujet des disciplines STR-T.S (cf. *figure 81*). Ainsi au-delà des simples types d'échanges, les rôles des acteurs apparaissent comme étant un facteur clé pour la prise de décisions.

La prise de décisions (ou stabilisation positive) est un événement rarement marqué dans les réunions de coordination observées. Elle est peu explicite et par conséquent très fréquemment déduite d'un changement de sujets. Cette observation nous a conduit à créer des catégories différentes pour les stabilisations positives/négatives en les subdivisant en stabilisations implicites et explicites (cf. §4.3.2 et *Annexes_T_1*). Cette problématique a été évoquée par Visser (2002, p.17) qui note que « *le passage à la suite* » (au sujet suivant) correspond à une « *validation implicite* ». Nous avons remarqué un phénomène similaire en comptant parmi les stabilisations positives seulement 7,6 % de stabilisations explicites. Cet aspect témoigne selon nous d'un manque de clarté dans la prise de décisions entre les acteurs. En effet, en retranscrivant leurs propos il est par moment difficile de comprendre si la décision a été prise ou non. Cela peut amener à des incompréhensions de la part d'autres acteurs ou à l'itération du sujet au cours de la réunion. Cet aspect peut en partie expliquer le nombre conséquent de dialogues « *informatifs* » entre les acteurs. Ce dernier est constitué à la fois de « *verbalisations non utiles* » et à la fois de « *verbalisation utiles* » du type « *Information ; vérification ; réitération ; répétition ; réintroduction* » (30 % des verbalisations utiles cf. *figure 63 & 64*). Notons toutefois que seul une partie de ces verbalisations constitue le dialogue « *informatif* », les autres servent à alimenter des discussions argumentatives. Ce type d'échanges peut représenter un frein à la fluidité du discours ou à la compréhension de l'ensemble des acteurs qui demandent alors des explications complémentaires. Les indices pouvant potentiellement être témoins de ce changement sont un nombre de sujets traités plus conséquent, un nombre de verbalisations non utiles plus faible ou alors un nombre de verbalisations au cours la réunion et/ou la durée de réunion moins importante.

De plus, nous nous sommes demandé si le nombre de disciplines abordées dans la thématique de discussions influence le nombre de verbalisations total et donc potentiellement la répartition des catégories de verbalisations. En réalisant, la moyenne et l'écart type du nombre de verbalisations pour les discussions à une thématique et celles à deux thématiques nous obtenons respectivement en moyenne 18 verbalisations avec un écart type de 8,6 et en moyenne 24 verbalisations avec un écart type de 25,4. La différence est non significative pour les moyennes, toutefois, l'écart type révèle une variabilité plus importante des longueurs de discussions pour les sujets à deux thématiques (de même pour la réunion du 13 mars). Nous remarquons également que les arbres de type 4 s'orientent autour de deux thématiques d'études (+ de 36 verbalisations, cf. *figure 78 et tableau 24*). De ce fait, le nombre de disciplines sujet de la conversation conduit parfois à de plus longues discussions mais ce n'est pas le cas systématiquement. Dans l'ensemble, les échanges à une ou deux thématiques comportent le même nombre de verbalisations moyen.

Dépendance du contexte d'étude

Nous notons que le contexte d'étude constitue un facteur majeur dans la répartition des verbalisations étudiées au cours d'échanges en réunion. Dans l'étude de Gronier (2000) qui utilise une grille de catégorisation similaire (inspirée de Martin et al. (2000)), les acteurs de domaines pluridisciplinaires (ingénieurs, ergonomes et informaticiens) participent à des réunions de projet de conception et des statistiques sont réalisées sur 3 réunions. Au cours de ces réunions, le nombre d'acteurs et les rôles associés varient. Il met en évidence que les verbalisations les plus utilisées en moyenne sont les « *propositions* » puis les « *convergences* » et enfin les « *contre-arguments* », les « *questions* », les « *arguments* » et les « *divergences* ». Toutefois, selon la réunion, le nombre de verbalisations employées de chaque catégorie varie considérablement.

Dans notre étude, lors des réunions du 13 mars et du 27 mars, le nombre d'acteurs reste constants. La répartition des verbalisations varie principalement au niveau de la proportion de catégories « *information* » et « *convergence* ». Comparées à la réunion du 27 mars, ces dernières sont moins nombreuses au profit de verbalisations des catégories « *argument* », « *vérification* » et « *confirmation* ». Or dans notre cas, seul le type de réunions change entre la réunion co-présence physique et la réunion en co-présence virtuelle avec les mêmes acteurs.

Nous pouvons supposer que le nombre d'acteurs et le rôle des acteurs présents interfère davantage avec la répartition des verbalisations en réunions que le cadre de la réunion (face-à-face ou visioconférence). Cette hypothèse pourrait faire l'objet de « *vérifications* » sur un même groupe avec l'étude de plusieurs facteurs (effectifs, rôles présents, type de réunions, etc.) tout en ayant en mémoire l'influence du common ground.

Synthèse

Dans cette première sous partie, nous nous sommes interrogés au sujet d'une facette de la question de recherche générale dans le cadre de réunions de coordination : quel lien existe-t-il entre les catégories d'échanges qui conduisent à une prise de décisions et la prise de décisions elle-même. Les types d'échanges mis en jeu dans ce contexte se caractérisent à plusieurs niveaux. Au premier abord, nous avons distingué les verbalisations qui participent à la prise de décisions relevant de la modélisation (les verbalisations utiles) et celles qui n'y contribuent pas (les verbalisations non utiles). Ensuite, nous avons porté notre attention sur les catégories qui ont permis de classer les « *verbalisations utiles* ». Ainsi, 3 catégories phares et 3 autres utilisées fréquemment nous ont amenées à nous interroger sur leurs utilisations au cœur des arbres de verbalisations. Trois dynamiques d'échanges se profilent : une informative, une argumentative et une remarquable par sa « *rapidité* ».

Par ailleurs, à la suite de la mise en valeur de ces trois tendances de discussions, nous nous sommes questionnés sur l'influence du rôle de l'acteur à développer l'une ou l'autre des dynamiques. En effet la prise de décisions (stabilisation positive) s'effectue grâce à une ou plusieurs verbalisations et est alors très influencée par le rôle de l'acteur qui parle et qui prend ces décisions (ou plusieurs acteurs). En conséquence, le rôle de CO-CT s'est révélé très présent dans la prise de décisions, les modélisateurs sont les seconds et enfin le MOE. Les rôles de CO-CT et MOE ne se réfèrent à aucune thématique en particulier, leurs positions transdisciplinaires leur confèrent un rôle d'arbitre entre les acteurs de modélisations si nécessaire. Toutefois, les prises de décisions ne sont pas clairement marquées dans le discours de chacun des acteurs et celles-ci sont davantage déduites et implicites que distinctement énoncées.

Enfin, dans le contexte de réunions de coordination, nous avons pu constater que d'autres études ont employé une grille d'encodage similaire, notamment celle de Gronier (2000). Celle-ci présente des résultats comparables en termes de catégories de verbalisations observées sur la réunion où l'ensemble des corps d'état sont représentées. Lorsque le nombre d'acteurs change ou le nombre de disciplines représentées varie, les types d'échanges verbaux ne sont plus les mêmes.

Les types d'OIC

Les OIC utilisés en réunions diffèrent selon leurs caractéristiques : numérique/physique et en rapport avec la maquette ou non. Nous distinguons l'affichage des OIC de l'interaction des acteurs avec ces derniers. Nous avons constaté que, au cours de réunions de coordination, lorsque les acteurs abordent des sujets de modélisations, un OIC numérique est systématiquement affiché sur le tableau interactif (en réunion en co-présence physique) ou l'écran partagé (en réunion en co-présence virtuelle) qui représentent le support de communication principal. Effectivement, cela est dû en grande partie au contexte numérique de ce type de projets suivant un processus BIM où les OIC sont au cœur de l'action et donc très visibles au cours de la réunion. Des temps courts sans affichage d'OIC pouvaient se présenter seulement durant des périodes de « verbalisations non utiles », par exemple lors de reconnexion en cours de réunion du 27 mars (cf. figure 63).

Sur la figure 65, l'ensemble des types d'OIC est répertorié ainsi que la proportion d'affichages et d'interactions de ceux-ci. Le constat clair qui se dégage de la répartition des types d'OIC employés par les acteurs en cours de réunion est la prédominance de la catégories « OIC de représentations de la maquette numériques » avec 91% d'interactions. Elle regroupe des OIC en 2D, 3D et gestuels qui soulignent tous une volonté de représentation de la maquette numérique en partie ou dans sa globalité. L'ensemble de ces OIC fait écho aux définitions résumées par Vinck et Laureillard (1996) au §2.5.1. décrites dans le paragraphe §5.1.

En comparant les résultats d'interactions avec les OIC des deux réunions, nous pouvons déjà percevoir des différences qui s'expliquent notamment du fait du contexte des réunions : différence de co-présence physique et virtuelle et évolution du projet. Par exemple, le tableau numérique n'est pas utilisé lors de la réunion du 27 mars car celui-ci n'est pas présent. Il aurait pu être remplacé par des logiciels comme Sketsha au besoin (les acteurs ont utilisé un autre support blanc lors de verbalisations non utiles). Nous notons d'autres part l'usage de plan et coupe uniquement à la réunion du 27 mars. Cela peut être dû à l'avancement du projet puisque lors de la 1^{ère} réunion, les modélisateurs avaient peu modélisé dans cette tâche et n'ont pas pu montrer ce type d'OIC du fait d'une modélisation inachevée. Par ailleurs, la différence majeure entre les utilisations des OIC au cours des deux réunions est l'emploi de gestes mimétiques, 38 % pour la 1^{ère} contre seulement 3% pour la deuxième. Ce résultat s'explique par plusieurs raisons : la visioconférence, le manque de visuel sur les acteurs et l'avancement moindre de la 1^{ère} réunion. La proportion de gestes parmi les OIC est plus élevée dans la première réunion, cela peut s'expliquer par le fait que les acteurs possèdent moins de supports visuels modélisés du projet comme décrit précédemment. De plus, le contexte de réunions à changer du présentiel au virtuel. Nous pensons que cela a un impact significatif sur l'emploi des gestes mimétiques par les acteurs, ceux-ci ont probablement moins le réflexe de faire des gestes devant un écran ou bien ils ne sont pas vus par les autres acteurs. En effet, les vignettes des acteurs présents en réunions lors du partage d'écran ne changeaient pas automatiquement sur les personnes qui parlaient, laissant un laps de temps sans visuel de la personne. Comme décrit dans le §6.1 *gestes de pointage*, il existe parfois un laps de temps entre le geste et la parole de l'acteur. Avec le décalage temporel du visuel de l'acteur, il est fort probable que nous n'ayons pas perçu certains gestes mimétiques. Notons que les différences majeures entre les deux réunions sont ici comparées puisqu'elles ne sont pas liées à l'avancement du projet. En ce qui concerne les autres résultats nous préférons nous abstenir d'une analyse car nous ne savons pas comment prendre en compte le facteur d'avancement du projet.

Nous proposons d'évaluer les types d'OIC selon leur « proximité » avec la maquette numérique et leur proportion d'utilisation. Plusieurs axes d'étude sont possibles pour qualifier ce terme de proximité : la dimension (2D ou 3D), le support (numérique, physique, papier, etc.), le lien (extraction, reproduction, etc. de la maquette), etc. Afin de synthétiser les informations récoltées dans les résultats avec la description de chacun des OIC, nous avons disposé les OIC selon deux dimensions : le pourcentage d'interactions obtenus dans les résultats (cf. figure 65) et l'écart d'un OIC avec la maquette numérique.

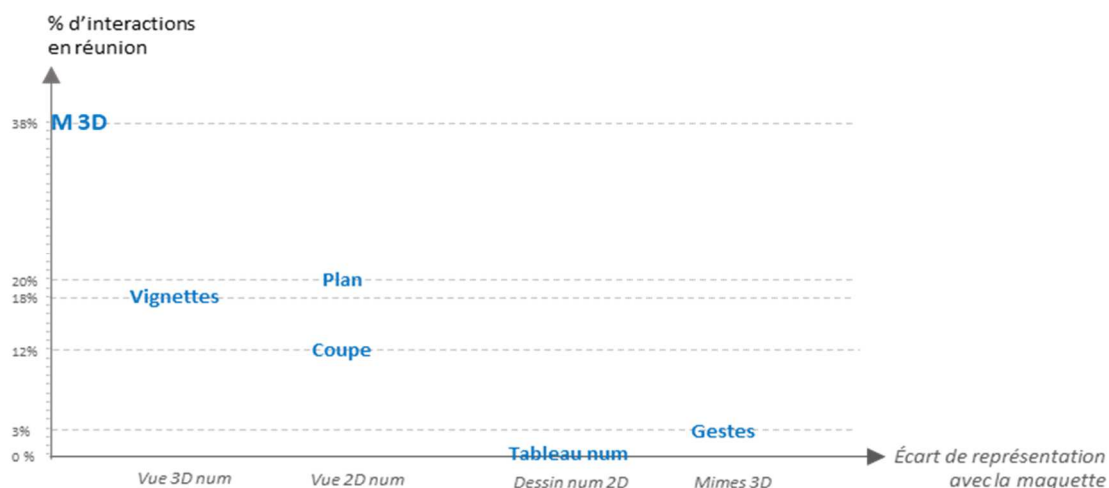


Figure 83 : Positionnement des OIC en fonction du pourcentage d'interactions et de la ressemblance avec la maquette.

Nous définissons l'écart de représentation avec la maquette numérique d'après les critères suivants : le support commun avec la maquette numérique, la dimension commune avec la maquette puis le lien avec celle-ci. Nous obtenons alors sur l'axe de ressemblance l'ordre suivant (du plus proche au moins proche) : Vignettes > Plan ; Coupe > Tableau num > Gestes (les définitions des OIC sont répertoriées en *Annexes_M_3.2*). Entre les deux réunions, certains OIC ne sont pas utilisés (0%) tandis que d'autres sont présents au cours des deux.

Selon cette interprétation, nous remarquons que plus un OIC « *ressemble* » à la maquette, plus les acteurs ont tendance à interagir avec celui-ci. Paavola et Miettinen (2018) souligne le fait que la ressemblance entre la maquette numérique et le bâtiment final est plus forte qu'avec des OIC tels que des dessins 2D. C'est l'idée que nous suggérons ici pour la « *proximité* » avec la maquette numérique qui est la plus fidèle au bâtiment attendu, notamment en termes de relation spatiale.

Notons que cela n'est pas le cas pour la réunion du 13 mars pour les raisons citées précédemment. De plus, cette tendance n'est peut-être valide que pour cette réunion du 27 mars. Au vu des réunions très assistées numériquement et de l'organisation du projet autour de sa représentation principale qu'est la maquette numérique, cette suggestion pourrait faire l'objet d'une analyse sur plusieurs réunions pour aboutir à une conclusion.

L'usage des d'OIC dépendant des rôles des acteurs

L'utilisation d'OIC est effectuée par les acteurs en réunions de coordination, ils endossent des rôles différents en lien direct ou non avec les thématiques de discussions. L'usage des OIC va dépendre des rôles des acteurs qui interagissent avec eux. En effet, lors de l'étude des répartitions des usages des OIC en fonction des rôles en figure 71, le rôle de CO-CT s'est distingué comme très interactif avec les OIC. Celui-ci dépasse le nombre d'interactions de l'ensemble des modélisateurs concernés directement par les thématiques de discussions de modélisation. Ce facteur est biaisé par le fait que le coordinateur technique soit le seul à interagir avec l'écran de partage lors de la réunion du 27 mars (ou le tableau de projection numérique lors de la réunion du 13 mars). Notons que seuls les modélisateurs T.S interagissent directement avec un OIC en plus du CO-CT avec seulement 1,3 % d'interactions. Ces derniers emploient la modalité gestuelle lors de la réunion du 27 mars ce qui explique leur autonomie dans l'interaction avec un OIC (ils le créent eux même). Il est alors intéressant de regarder pour quels rôles le CO-CT interagit au cours de la réunion avec la synthèse de la figure 72. Le CO-CT interagit avec les OIC pour les autres acteurs dans 50 % des cas. Notons que Le CO-CT est un binôme d'acteurs possédant également un rôle de modélisateur : l'un ENV et le second P.I. Nous constatons une proportion élevée de l'interaction du CO-CT pour les rôles de modélisateur ENV et P.I (respectivement 11% et 14%), se sont deux des trois proportions les plus élevées parmi les 50 % non dédiés au CO-CT. Le double rôle des CO-CT a sûrement une influence importante sur cette répartition. L'acteur CO-CT/P.I gère principalement l'outil de partage dans le binôme CO-CT. D'autre part, le pourcentage très faible du binôme T.S suit la même logique que pour les verbalisations pour les mêmes raisons (*cf. §5.2.1*).

Cette observation n'est cependant pas perçue comme telle par les acteurs de projet. Lors des réponses aux questionnaires, ils jugent que les rôles interagissant le plus avec la maquette sont en premier le CO-CT, puis le modélisateur ENV et ensuite les autres modélisateurs (cf. figure 73). Il est possible que la perception des acteurs se justifie par le double rôle CO-CT/ENV. Les acteurs n'auraient pas bien distingué ces rôles et attribueraient à tort un nombre important d'interactions avec les OIC au modélisateur ENV plutôt qu'au CO-CT. A l'inverse, le double rôle CO-CT/P.I s'est vu attribué les interactions avec les OIC du rôle P.I au rôle CO-CT. Les observations vidéo exposent que le modélisateur ENV n'interagit que très peu en tant que modélisateur et presque exclusivement comme CO-CT. Ainsi, nous montrons ici une limite de la distinction des deux rôles pour un même acteur par les autres. Cette difficulté s'est faite également ressentir lors de l'encodage des verbalisations. C'est le contexte de la discussion qui nous a guidé dans le choix de l'un ou l'autre des rôles.

Enfin, les OIC sont employés par des rôles précis et cela influence aussi la manière dont ils sont employés en discussions. Deux catégories se sont distinguées lors de l'analyse des arbres de discussions par le prisme des rôles des acteurs et l'utilisation des OIC. La première se caractérise par une utilisation ponctuelle tandis que la seconde par une utilisation adjacente des OIC lors de verbalisations successives au cours des échanges.

Les arbres de discussions STR-T.S et TS-P.I témoignent du second usage (cf. figure 81 & Annexes_R_2). En effet, dans l'un comme dans l'autre les interactions avec les OIC sont quasiment systématiques sur des verbalisations consécutives (respectivement 18 et 7 verbalisations consécutives). Pour l'arbre STR-T.S, ce sont l'ensemble des acteurs qui utilisent la maquette 3D pour débattre à partir de la « proposition » n°950. Pour l'arbre T.S-P.I, la coupe est utilisée lors de verbalisations des modélisateurs T.S et P.I majoritairement. Ainsi l'utilisation adjacente des OIC sur plusieurs verbalisations peut s'effectuer autant par les acteurs concernés par la thématique que par l'ensemble des acteurs. Nous pensons que ce type d'utilisation est dû à une influence mutuelle des acteurs à l'interaction avec l'OIC lors de leur discours. Toutefois, dans le cas des deux arbres, c'est le CO-CT qui interagit sur les verbalisations des acteurs précités. L'influence mutuelle est donc potentiellement réduite et il s'agirait davantage d'une interaction voulue même si elle est consécutive. Les arbres ENV-STR et ENV-PI soulignent un usage ponctuel des OIC en discussions (cf. figure 82 & Annexes_R_2). Dans le premier, l'usage ponctuel des vignettes 3D appuie les propos du modélisateur ENV et CO-CT tandis que dans le deuxième c'est uniquement ceux du CO-CT. Dans la même fréquence d'usage, l'arbre T.S de discussions est accompagné à 2 reprises de gestes mimétiques du rôle TS et du CO-CT. Nous pouvons conclure que les usages ponctuels ne sont pas limités à un rôle en particulier ni à un seul OIC. Enfin, les arbres ENV et STR combinent les deux usages à la fois ponctuel et adjacent avec l'intervention d'acteurs variés ou se réduisant au CO-CT (cf. figure 79 & Annexes_R_2).

Synthèse

Dans cette deuxième sous partie, nous avons portées notre attention sur le deuxième axe de la question de recherche à savoir l'usage des OIC et l'influence des rôles sur ceux-ci. Nous avons remarqué que le type d'OIC, physique ou numérique, est dépendant du contexte de la réunion à savoir en co-présence physique ou numérique. En effet, les acteurs en réunion à distance privilégient les outils numériques pour la transmission d'informations. De plus, dans le cadre de projet BIM autour d'une maquette numérique, les OIC « ressemblants » davantage à celle-ci sont plus utilisés. Cela peut s'expliquer par le fait qu'ils sont plus « fidèles »/« proches » de la représentation finale attendue par le client, à savoir un modèle numérique BIM 3D.

Par ailleurs, nous constatons que les gestes sont le seul OIC qui ne dépendent pas de l'intervention du CO-CT (visibles davantage en réunion du 13 mars) tandis que tous les autres sont gérés par celui-ci. C'est pourquoi l'étude de l'interaction avec les OIC par les rôles est « biaisée » par le cadre imposé par le rôle CO-CT. Cela ne révèle pas l'interaction directe que peut avoir les acteurs avec les OIC s'ils avaient la commande directement. En outre, lors des verbalisations, nous retrouvons une diversité d'usages des OIC à la fois « groupés », « ponctuels » ou les deux combinés sur les arbres présentés et ceux en annexes sans toutefois dégager de tendance particulière entre le rôle et l'OIC utilisé. Les interactions avec les OIC au cours des verbalisations ponctuent aussi bien celles des rôles de la thématique en cours que celles des autres acteurs.

6.2.3. Liens entre les verbalisations et les objets intermédiaires collectifs employés par les acteurs en réunions

Dans les deux paragraphes précédents, nous nous sommes attardés sur l'analyse d'une part des verbalisations et d'autres parts des OIC en considérant l'influence du rôle des acteurs. Dans un premier temps, l'étude de la corrélation entre ces deux entités sera évaluée puis dans un second temps, nous considérerons l'influence que le rôle des acteurs peut exercer. Elle participera, en plus des apports respectifs des parties précédentes, à leur mise en relation et à la réponse à la question de recherche générale.

Lien entre les verbalisations et les OIC

Le rapport entre les verbalisations et les OIC de représentations de la maquette (OICm) employés en réunions est analysé avec le graphique de la figure 74. Il révèle que beaucoup d'OICm ont été utilisés en même temps que les verbalisations « *propositions* » et « *informations* ». Ces résultats s'accordent globalement avec les verbalisations les plus employées d'après le §6.2.1. Le tableau 22 nous permet d'aboutir aux conclusions ci-dessous.

Ainsi, nous pouvons constater que l'« *information* » est la verbalisation ayant le plus recours à un OICm. Une « *information* » est généralement donnée en la justifiant, en « citant la source ». Etant donné que la source ici est disponible, il paraît logique que les acteurs s'en servent pour soutenir leurs informations.

La « *vérification* » emploie un OICm dans 18% des cas (cf. tableau 22). Il peut paraître étonnant d'observer qu'elle n'est pas soutenue plus fréquemment par un OICm. Cependant, par définition, la « *vérification* » est une recherche d'information, ce n'est donc pas elle qui est principalement porteuse de l'OICm mais l'information qui la suit. L'arbre de verbalisations P.I illustre ce cas aux verbalisations 831-832 (cf. Annexes_R_2). Par ailleurs, Defays (2015) confirme l'usage d'OICm de type « *gestes mimétiques* » pour vérifier ou clarifier une idée ; notons que dans le cadre de la réunion du 27 mars, il n'y a que très peu d'occurrences de celles-ci.

Pour une « *proposition* », l'OICm est employé pour illustrer l'idée exprimée. De la même manière que pour les « *vérifications* », nous nous attendions à un usage plus fréquent des OICm en soutien de cette verbalisation. Cela peut s'expliquer par le fait que soit l'image correspondant à l'idée n'existe pas encore, soit la thématique a déjà été abordée lors de réunions précédentes ou en dehors de ces réunions ne nécessitant pas une visualisation de l'OICm. A l'image de la dualité « *vérification-information* », nous pouvons supposer que la « *proposition* » et l'« *information* » fonctionnent en duo et donc que l'image est apportée en soutien de l'une ou de l'autre selon leur ordre. L'arbre de verbalisations ENV illustre l'enchaînement « *proposition* » et « *information* » soutenue par l'utilisation d'un OICm sur l'« *information* » aux verbalisations 1023-1024 (cf. figure 79). A l'inverse, le même enchaînement est soutenu par l'utilisation d'un OICm sur la « *proposition* » aux verbalisations 353-354 de l'arbre de verbalisations T.S (cf. figure 80).

Pour les catégories de verbalisations « *argument* » et « *contre-argument* », nous nous attendons à un emploi d'OICm pour concrétiser les idées développées. C'est bien le cas pour l'« *argument* » qui est accompagné par des OICm dans 1/5 des occurrences de cette catégorie et qui se place donc parmi les premières catégories à avoir recours à un OICm. En revanche, ce n'est pas le cas pour les « *contre-arguments* ». Nous pouvons nous demander dans quelles mesures les « *contre-arguments* » sont justifiés et développés par les acteurs pour rejeter la proposition à laquelle ils s'opposent. La personnalité de ces derniers peut également expliquer cette différence.

Concernant les catégories liées à la prise de décisions (qui précèdent généralement une stabilisation), deux cas se distinguent : la stabilisation positive et négative. Pour le premier cas, les acteurs sont d'accord avec les « *arguments* » et « *informations* » présentés. Nous nous attendons à ce qu'ils aient recours à un OICm pour prendre leurs décisions. Nous constatons que les verbalisations illustrant la prise de décisions (« *convergence* » et « *confirmation* ») emploient rarement un OICm (7% et 9% respectivement). En revanche, dans le second cas, lorsque les acteurs expriment leur désaccord avec une « *proposition* », ils la valident avec

l'usage plus fréquent d'un OICm. C'est ce que nous remarquons pour la catégorie « *divergence* » ayant plus recours à un OICm que les deux catégories « *convergence* » et « *confirmation* ».

Lien entre les verbalisations et les OIC dépendant du rôle des acteurs

Dans le graphique de la figure 71, nous constatons que le CO-CT utilise le plus d'OICm que les autres rôles. Nous pouvons donc nous attendre à un emploi plus important d'OICm par ce rôle dans chaque catégorie de verbalisations. Or, sur le graphique de la figure 75, l'utilisation des OICm par le CO-CT n'est pas systématiquement plus importante que les autres rôles pour chaque catégorie de verbalisations. Cette observation souligne l'influence des autres rôles sur la proportion d'utilisation d'un OICm par catégorie de verbalisation.

De manière générale, le CO-CT est le rôle qui gère l'affichage et les interactions avec les OICm ; il est donc plus enclin à l'utiliser en accompagnement des verbalisations. Toutefois, le graphique de la figure 75, nous montre que cette tendance n'est pas suivie pour les catégories « *proposition* », « *vérification* », « *argument* » et « *confirmation* ». Nous allons tenter d'expliquer les raisons liées à ces différences dans les paragraphes suivants.

Le CO-CT et le client utilisent plus d'OICm pour énoncer des « *propositions* » et des « *vérifications* » ; comme ces derniers ne sont pas experts de tous les domaines, ils éprouvent le besoin d'appuyer leur propos avec une représentation du projet pour se faire comprendre. Pour la « *vérification* » en particulier, d'une part, le rôle de CO-CT est voué à manager la réunion et à s'assurer de la bonne compréhension par tous les acteurs des problématiques abordées. D'autre part, le client demande des précisions sur le projet en illustrant ces propos pour spécifier sa requête. Il est également probable que les modélisateurs cherchent à clarifier une « *proposition* » relevant d'une thématique autre que la leur lorsqu'ils emploient une « *vérification* » avec un OICm.

Lorsque les acteurs donnent des informations sur le projet, le CO-CT manifeste la volonté d'une compréhension de la problématique d'étude de tous les acteurs. En particulier, lors de conflits des maquettes, il s'assure que tous évoquent le même sujet en utilisant l'OICm pour soutenir ses propos. De son côté, le client énonce principalement des informations plus générales sur le projet n'ayant pas besoin d'être soutenues par un OICm en particulier. De la même manière, seuls les rôles CO-CT et modélisateurs ponctuent leurs « *confirmations* » d'OICm puisqu'ils travaillent sur des sujets spécifiques en opposition avec le client qui énonce des « *confirmations* » plus générales.

Enfin, les trois rôles généraux argumentent de la même manière leur propos à l'aide d'OICm. Ceci peut s'expliquer par le fait qu'ils cherchent tous à convaincre en appuyant leurs idées par des représentations concrètes, d'où l'utilisation similaire d'OICm. Pour les contre-arguments en comparant les rôles de modélisateurs et CO-CT, nous notons un emploi déséquilibré des OICm pour appuyer les propos en faveur du CO-CT. Cette observation nous laisse à penser que la personnalité des acteurs influence l'utilisation de verbalisations accompagnées d'OICm. En effet, le rôle de CO-CT justifie ces propos « *argument* » et « *contre-argument* » (respectivement 21% et 19%) de la même manière ce qui n'est pas le cas des modélisateurs (respectivement 19% et 4%) (cf. figure 75 & Annexes_T_1 dont un extrait en tableau 23).

Synthèse

Dans cette dernière sous partie, nous nous sommes interrogés au sujet de la mise en relation des deux axes de la question de recherche : quel lien existe-t-il entre les catégories d'échanges et les OIC.

En conclusion, l'analyse combinée des verbalisations avec l'usage des OICm souligne la volonté d'employer les OICm lors de discussions autour des deux dynamiques : l'apport/ la demande d'informations et l'argumentation d'une idée. Cette idée fait écho aux propos de Paavola et Miettinen (2018) qui soulignent l'usage de la maquette lors de résolutions de problèmes et d'apport d'informations ainsi que la mise en valeur des problématiques pour Botton et Forgues (Chiocchio & Forgues, 2008). Elles se concrétisent par l'emploi d'OIC lors de verbalisations « *propositions* », « *informations* », « *vérifications* », « *arguments* » et « *divergences* ». Par définition des verbalisations et constats des résultats, nous sommes amenés à penser que certaines verbalisations fonctionnent en duo : « *vérification- information* » et « *proposition-*

information ». Au vu des deux dynamiques exposées, nous nous demandons si cela peut également être le cas dans le dialogue argumentatif avec un duo « *proposition*- arguments ». Celles-ci pourraient s'appeler les unes les autres selon le type des dynamiques et employer les OICm de manière alternative ou identique. De plus, la troisième dynamique évoquée au §6.2.1, qualifiée de « *brève* », ne fait quant à elle recours à l'usage d'aucun OIC. En effet, lors de la dynamique « *brève* », les acteurs n'ont pas recours à l'usage d'OICm.

Par ailleurs, le rôle des acteurs influence l'usage des OICm aux cours des verbalisations employées. En effet, par son rôle de coordinateur, le CO-CT gère les interactions avec les OICm numériques. Nous pourrions croire que celui-ci détient l'exclusivité des usages des OICm lors de ses verbalisations. Toutefois, les résultats indiquent que les autres acteurs interviennent dans les proportions différentes d'utilisation des OICm lors de leurs verbalisations (OICm géré cependant par le CO-CT). Selon le rôle et l'expertise de chaque acteur ceux-ci n'emploient pas les OICm sur les mêmes verbalisations. Nous avons envisagé que l'apport d'informations générales ou en lien avec le domaine d'expertise de l'acteur n'était que peu accompagné d'OICm. En revanche, la demande d'« *informations* » précises, la « *vérification* » de la compréhension des acteurs du sujet ou encore l'apport d'idées spécifiques sont soutenues par l'usage d'OICm par les acteurs concernés. En ce qui concerne la validation ou l'opposition des idées par les acteurs, le CO-CT emploie de manière similaire les OICm tandis que l'usage des OICm par les modélisateurs pour appuyer leurs idées semble dépendre de la personnalité de chaque acteur plus que de leur rôle.

6.2.4. Synthèse des sous-questions de recherche et réponse à la question générale

En synthèse, nous rappelons dans un premier temps les éléments principaux du contexte d'étude ayant permis d'obtenir les résultats du chapitre 5. Ensuite, nous récapitulons les facteurs qui alimentent la réflexion autour de la prise de décisions. Enfin, nous mettons en perspective les éléments des sous-questions précédentes dans le but d'apporter des réponses à la question de recherche générale.

L'étude s'attache à l'analyse des échanges verbaux en réunion de coordination autour de la maquette numérique. Cette dernière est analysée sous le prisme des OIC se rapportant à sa représentation (OICm) tels que des vignettes faisant référence à une partie de la maquette ou des coupes ou plans extraits de celle-ci. Ainsi, la contribution de la maquette numérique est entendue au sens large de celle-ci incluant les représentations plus ou moins proches en termes de dimensions, de supports et de liens avec celle-ci (2D/3D, physique/numérique, extrait/représenté). Par ailleurs, le contexte de la réunion de coordination aborde plusieurs thématiques d'échanges : la modélisation, l'exploitation, la simulation de la maquette ou encore l'organisation du projet. Nous avons focalisé notre attention uniquement sur les thématiques de modélisation lors de l'étude du 27 mars traitant principalement de cette thématique. Enfin, les acteurs de projets, les modélisateurs, les coordinateurs et le client, qui échangent en la réunion mettent en valeur des attentes différentes vis-à-vis des OICm.

Les partenaires de projets échangent dans le but de résoudre les problèmes de « *clashes* » de maquettes et de modélisations afin d'aboutir à des prises de décisions pour l'avancement du projet. Ces dernières sont difficilement perceptibles en tant que verbalisations à parts entières car elles sont énoncées de manière implicite. En effet, c'est l'accord d'un ou plusieurs acteurs qui souligne une prise de décisions et le change de sujet. C'est pourquoi, dans le but d'appréhender la contribution des OICm pour la prise de décisions, nous avons étudié le cheminement de prise de décisions et les verbalisations qui le composent. Nous avons pu constater que dans ce contexte précis, la prise de décisions est quasiment systématique à chaque problématique abordée. Seuls les sujets manquant d'informations sont remis à plus tard.

Dans le contexte d'étude décrit ci-dessus et avec la perspective de prise de décisions par les acteurs de projets, nous cherchons à identifier la contribution des OICm lors des échanges en réunions de coordination. Chaque élément de réponses est développé selon trois axes mettant en relief l'apport de les OICm : les acteurs qui interagissent avec les OICm « *Qui ?* », la manière dont les OICm interviennent en appui aux discussions « *Comment ?* » et, les catégories de verbalisations qu'ils supportent « *Quoi ?* ».

Lors de l'étude générale des discussions au travers des arbres de verbalisations, nous avons pu mettre en avant 3 dynamiques d'échanges : « *informatives* », « *argumentatives* » et « *brèves* ». Chacune d'entre elles est attachée à des catégories d'échanges particulières. Pour l'échange informatif, la présence majoritaire d'« *information* » et de « *vérification* » se distingue dans le discours des acteurs tandis que pour l'échange argumentatif, ce sont les « *arguments* » et « *contre-arguments* ». Les échanges « *brefs* » sont caractérisés par peu de verbalisations et se rapprochent des schémas d'arbres de verbalisations de type 1 qui comptent « *proposition* » et « *convergence* » sans « *arguments* ». Ces trois dynamiques peuvent toutefois être combinées au cours de la discussion sur une thématique d'étude mais nous avons constaté qu'une proposition est essentiellement développée selon l'un ou l'autre. De plus, elles ne sont pas employées de façon unilatérale par un type d'acteurs en particulier. Ces derniers semblent présenter le besoin d'employer chacune d'entre elles lors des différentes discussions. Enfin, en addition à ces conclusions, les OICm accompagnent les deux dynamiques détaillées. En effet, lors de la dynamique « *brève* », les acteurs n'ont pas recours à l'usage d'OICm. Pour les dynamiques concernées, les acteurs utilisent les OICm de manière « *groupée* » ou « *singulière* » dans leurs échanges. Les acteurs interagissent avec les OICm au cours de plusieurs verbalisations successives ou bien ponctuellement sur l'une d'entre elles. L'analyse des résultats ne révèle pas de systématisme de ces deux usages.

Lors de l'étude des verbalisations au sein des arbres thématiques, nous avons pu déceler des interactions avec des OICm lors de verbalisations particulières par types de rôles. Rappelons qu'un des CO-CT est l'acteur qui gère les interactions avec les OICm numériques lors des verbalisations des autres acteurs du projet. Les OICm contribuent différemment selon le rôle de l'acteur, trois conclusions sont apportées spécifiquement à chacun d'eux. Les OICm sont employés lors de verbalisations « *informations* » majoritairement par le CO-CT. Ce dernier, par son rôle de coordinateur, contribue à l'élaboration d'une base commune sur les thématiques étudiées pour s'assurer d'un échange constructif en utilisant les OICm. Le client privilégie l'usage des OICm lors de « *propositions* », afin d'appuyer son idée et de spécifier son idée. Il est probable qu'au vu de son rôle transversal et donc moins expert dans chacune des thématiques, il préfère expliciter son idée avec un OICm pour s'assurer d'être compris de tous. Enfin, les modélisateurs se démarquent des autres rôles dans aucune catégorie de verbalisations avec l'usage d'un OICm. Nous supposons que ces derniers sont experts dans la modélisation et font usage des OICm lorsqu'ils abordent une thématique précise autre que la leur. L'ensemble des acteurs fait usage des OICm pour appuyer les idées (arguments) de la même manière. Ainsi, selon le rôle des acteurs la contribution de l'OICm n'intervient pas de manière homogène sur l'ensemble des catégories de verbalisations sauf pour les « *arguments* ». Les acteurs emploient les OICm lors de verbalisations spécifiques à chacun des rôles et de leurs missions.

6.3. Limites

Cette partie discute des limites observées au cours de cette étude. Elle aborde les limites rencontrées par ordre chronologique : le contexte, la méthodologie de récolte et le traitement des données.

Contexte de l'expérience

Les expériences se sont déroulées dans un cadre pédagogique connu et maîtrisé qui a permis une étude et une analyse cadrée. La récolte de données a été effectuée sur deux réunions et par des questionnaires demandant l'avis des acteurs. A l'inverse, la mise en place de ces expériences dans un contexte professionnel aurait été plus ardue.

Le groupe étudié ne constitue pas réellement un échantillon d'acteurs pluridisciplinaires à l'image des équipes de projets observées dans les réunions de coordinations en entreprise. Effectivement, ces derniers sont issus de la même formation, se connaissent tous et ont une volonté d'entraide et d'apprentissage « *scolaire* ». Ce n'est pas nécessairement le cas dans un contexte professionnel où les enjeux de chaque acteur prennent le dessus et où il est possible de rencontrer davantage de conflits d'intérêts par exemple économiques.

Méthode de récolte de données

La récolte de données a été réalisée par l'enregistrement vidéo des réunions de coordination et par la diffusion de questionnaires. Ces deux méthodes mises en place avant les expériences ont dû être réadaptées en cours d'étude à cause de la situation liée à la pandémie du COVID 19 obligeant le travail à distance. Il était initialement prévu de tester les protocoles sur une séance de réunion et d'en étudier deux autres. Nous avons dû revoir le plan initial ce qui nous a permis de prendre en compte une réunion en présentiel et une réunion à distance, sans expérience test préalable (limitant les adaptations si besoin comme l'angle des caméras, les micros, etc.).

Nous avons orienté les expériences autour de la réunion de coordination des acteurs. Toutefois, nous avons pu constater à plusieurs reprises que les sujets d'études étaient logiquement débattus en dehors des réunions et cela a eu pour conséquence d'appauvrir le débat de certaines thématiques en réunion (notamment en P.I).

La grille d'encodage mise en place pour catégoriser les verbalisations a fait l'objet d'une adaptation de trois autres grilles pour s'ajuster au contexte d'étude. Toutefois, le nombre important de rubriques a rendu la tâche de catégorisation assez délicate et parfois subjective alors que la grille d'encodage se voulait être une méthode objective. Comme évoqué dans ce travail, les verbalisations dépendent nécessairement du contexte d'étude et de la discussion en cours. Aussi, la catégorisation a été réalisée en tenant compte de cela mais elle est soumise à une interprétation de l'observateur qui parfois choisit une catégorie alors qu'une autre pourrait correspondre. Afin de limiter ce côté subjectif de l'encodage en catégorie, nous pensons qu'un double codage par deux observateurs différents serait nécessaire.

Par ailleurs, en cherchant à classer les stabilisations, nous nous sommes rendu compte que la grande majorité d'entre-elles était plus implicite qu'explicite. C'est pourquoi nous avons choisi de les encoder en doublon de la verbalisation qui précède le changement de sujet, signe de validation implicite. Cependant, la stabilisation peut être prise à la suite de plusieurs verbalisations. Or, le codage actuel ne reflète qu'une seule verbalisation racine pour celles-ci.

Le questionnaire, quant à lui, n'a pas eu les résultats escomptés pour plusieurs raisons. Premièrement, le sujet d'étude est spécifique et emploie des termes précis tels que les OIC. Or, pour simplifier la réponse au questionnaire, nous avons employé un terme plus général que OIC. Ainsi, les réponses considéraient parfois le support de l'information plus que les OIC (le *viewer* BIMtrack plutôt que la maquette numérique). Deuxièmement, certains acteurs en échange académique étaient en apprentissage de la langue française ; ils ont donc eu des difficultés à comprendre les subtilités des questions posées. Les réponses ne sont donc pas toutes fiables mais sont identifiables. Dans ce cas particulier, nous avons procédé à des entretiens pour préciser les réponses. Troisièmement, pour l'ensemble des acteurs, il est apparu difficile de distinguer les interactions des doubles-rôles (CO-CT-ENV ou CO-CT-P.I). En effet, lorsque ceux-ci s'exprimaient, les autres acteurs ne distinguaient pas le rôle à l'origine des interventions.

Traitements de données et analyse

Dans le cadre d'étude abordant les sciences humaines, il est difficile de mettre en avant des phénomènes globaux car ceux-ci sont très souvent dépendant du contexte, de l'expérience et de la personnalité des acteurs observés. C'est pourquoi, nous avons limité la comparaison des deux réunions avec des contextes de co-présence différente et un avancement du projet différent.

Lors de l'analyse, nous nous sommes focalisés sur l'étude des verbalisations « entendues ». Pourtant, les silences ou les onomatopées présentent parfois autant de sens que des verbalisations. De surcroît, la variable de temps aurait apporté des informations complémentaires au niveau du rythme de la réunion.

Les gestes sont les seuls OIC que l'ensemble des rôles peut utiliser sans l'intervention du CO-CT. Il est donc intéressant d'étudier leur contribution dans les discussions. Toutefois, lors de l'encodage, la limite entre un geste mimétique et les autres types de gestes est sujette à interprétation.

Enfin, les réponses aux questionnaires et les discussions en réunion sont influencées par la personnalité de l'acteur sur divers points : les échelles personnelles de fréquence et d'accord, l'aisance à l'oral, le leadership, les affinités, la confiance entre individus, le passé commun (projet commun auparavant ou non), etc. Dans ce type d'étude, les facteurs qui influencent les décisions des acteurs sont à prendre en compte dans l'analyse des résultats ce qui complexifie leur interprétation.

6.4. Perspectives

Les limites amènent à certaines suggestions ou recommandations induites par l'observation de résultats, leurs analyses et les discussions. Celles-ci recensent des pistes d'améliorations ou des axes de recherche pour d'éventuels futurs travaux sur cette thématique d'étude.

Plusieurs pistes d'améliorations aux limites évoquées ci-dessous ont été envisagées lors de la confrontation avec celles-ci. Notamment, pour la méthodologie et le traitement de données, l'observation par deux personnes ainsi que le double codage permettrait de limiter la subjectivité de celui-ci et de procéder ainsi à un contrôle de la fiabilité des données. De plus, les échanges pourraient faire l'objet d'une étude plus large même s'ils ne sont pas retranscrits. En effet, le fait de porter attention aux thématiques abordées en dehors des réunions par les acteurs de projet permettrait d'appréhender au mieux celles en réunions et de comprendre la gestion rapide de certaines thématiques. Enfin, l'usage d'un questionnaire facilite la mise en place et la récolte de données mais dans ce type d'expériences, nous constatons a posteriori que l'entretien est probablement la méthode à mettre en place initialement. Toutefois, cela contraint davantage les acteurs, il est alors nécessaire de considérer un échange bref pour récolter le plus d'informations sans pour autant risquer de perdre l'attention des acteurs de projet.

Par ailleurs, les expériences et les analyses ouvrent sur des pistes d'explorations ou des perspectives différentes envisageables pour une thématique similaire.

Lors de l'encodage des interactions des OIC en réunion, nous avons remarqué que le CO-CT effectuait différents types d'actions sur les objets numériques tels que « zoomer », « dézoomer », « rotation », etc. Ces différentes actions peuvent être appréhendées sous le prisme du niveau de préhension de l'objet d'étude. En effet, il pourrait être intéressant de porter un regard analytique sur celui-ci lors des interactions avec les OIC en réunions de coordination et le lien entretenu avec les verbalisations s'il en existe un.

De plus, comme vu lors des analyses, le rôle du CO-CT, gestionnaire de l'écran de partage où se déploient les OIC limite l'interaction des autres acteurs avec ceux-ci. Nous pensons qu'il pourrait être intéressant d'analyser les interactions de chacun avec les OIC en permettant à tous les acteurs de disposer d'un accès à l'écran de partage. Cette analyse serait probablement différente de celle mise en avant dans notre étude.

En lien avec la thématique précédente, dans le contexte professionnel, les réunions de coordination se déroulent différemment selon les entreprises, les chefs de projets, etc. Certains chefs de projet conservent la gestion de l'écran de partage de l'analyse des clashes tandis que dans d'autres réunions, l'ensemble des acteurs présentent les clashes de sa thématique (Paavola & Miettinen ; 2018).

En réponse au contexte pédagogique, celle-ci pourrait être menée dans un contexte professionnel. Cela offrirait la possibilité de comparaison des données et ainsi de connaître l'importance de leurs impacts dans la prise de décisions en réunion de coordination.

Les OIC, notamment la maquette numérique, ont pour fonction première d'informer, de spécifier, etc, et c'est comme cela qu'ils sont utilisés en règle générale. Un axe d'analyse pourrait être de considérer les usages détournés des OIC.

Introduction

Etat de l'art

Problématique & Questions de recherche

Méthodologie

Résultats

Discussions

CONCLUSION

Références

Chapitre 7 : Conclusion

Pour conclure, ce travail aborde la thématique de la conception architecturale face aux enjeux du BIM et de la digitalisation des outils de conception. L'approche BIM de ces dernières années offre une perspective intéressante pour répondre aux multiples enjeux contemporains propres aux domaines de la construction tels que la complexité des projets ou l'intervention d'acteurs pluridisciplinaires.

Le travail en collaboration des acteurs de projets s'effectue notamment par le biais de réunions de coordination lors desquelles la détection de clashes entre modèles est un des sujets principaux. Au cours de celle-ci, les acteurs sont amenés à confronter leurs points de vue et à rechercher des compromis pour choisir la solution la plus adaptée. Cette recherche de solutions et cette volonté de prise de décisions sont accompagnées d'objets tels que la maquette numérique sur lesquels portent les discussions. Cette dernière est abordée dans ce travail par le prisme des objets intermédiaires collectifs (OIC).

Nous avons cherché à identifier la contribution de la maquette numérique dans ce contexte de réunion de coordination lors des échanges entre acteurs lorsque ceux-ci aboutissent à un accord.

Pour ce faire, l'étude d'un groupe d'étudiants, lors du cours de Studio Digital Collaboratif 2019-2020 à l'Université de Liège, a retenu notre attention. Nous avons pu assister et analyser deux des réunions de coordination entre les acteurs du projet collaboratif BIM. Leurs échanges en réunions ainsi que les interactions avec les OIC ont été catégorisés dans des grilles d'encodage et l'avis des acteurs a été pris en compte lors de questionnaires et entretiens à la fin des réunions. Au vu du contexte particulier de la pandémie mondiale du COVID 19, l'une a été réalisée en co-présence physique tandis que la seconde en co-présence virtuelle.

Les résultats nous ont permis de mettre en avant l'existence de trois dynamiques d'échanges informatives, argumentatives et « brèves » employées par tous les types d'acteurs. Les OIC faisant référence à la maquette numérique (OICm) sont utilisés par les acteurs soit lors de plusieurs verbalisations successives soit ponctuellement pour les deux premières dynamiques. A l'inverse, la dynamique « brève » n'emploie pas ou très peu d'OICm.

Enfin, nous pouvons qualifier une contribution différente de l'OICm dans la prise de décisions en fonction du rôle de l'acteur :

- Le rôle de coordinateur gère les OICm et les emploie principalement lors d'apports d'« informations » qui contribuent à l'élaboration d'une base commune pour l'ensemble des acteurs.
- Les modélisateurs, supposés experts dans leur domaine, font usage des OICm lorsqu'ils abordent une thématique précise autre que la leur dans toutes les catégories de verbalisations.
- Le client privilégie l'usage des OICm lors de « propositions » d'une nouvelle idée (solution ou de mise en avant d'une problématique) afin d'appuyer ses propos et de les spécifier pour s'assurer d'être compris de tous.

Ces conclusions sont conduites dans un cadre pédagogique et par conséquent, les acteurs ont les mêmes objectifs et enjeux. De plus, l'étude des échanges verbaux et des interactions avec les OIC est propice à la subjectivité. En effet, certaines verbalisations peuvent être interprétées différemment selon l'observateur, de même pour les gestes encodés.

Pour aller plus loin, nous avons perçu deux pistes de réflexions supplémentaires venant compléter notre recherche. La première concerne l'analyse du niveau de préhension de l'objet. En effet, nous avons remarqué qu'en réunion les acteurs manipulent fréquemment la maquette pour changer de point de vue. Cela pourrait avoir un lien avec l'usage de certains types de verbalisations ou bien du rôle des acteurs. La seconde s'attache à l'étude de réunion professionnelles où les enjeux individuels des parties prenantes influence la prise de décisions.

*« Le meilleur langage pour faire échanger des métiers différents,
c'est celui des objets »*

Yves Dubreil cité par Midler, 1993, p.41

Introduction

Etat de l'art

Problématique & Questions de recherche

Méthodologie

Résultats & Analyses

Discussions

Conclusion

REFERENCES

Bibliographie

- Bales, R. F. (1972). Rôles centrés sur la tâche et rôles sociaux dans des groupes ayant des problèmes à résoudre. In A. Lévy (Ed.), *Psychologie sociale* (pp. 263-277). Paris: Dunod.
- Barthe, B., & Queinnec, Y. (1999). Terminologie et perspectives d'analyse du travail collectif en ergonomie. *L'année psychologique*, 99(4), 663-686.
- Beers, P. J., Boshuizen, H., Kirschner, P. A., & Gijselaers, W. H. (2006). Common ground, complex problems and decision making. *Group Decision and Negotiation*, 15(6), 529-556.
- Beers, P. J., Boshuizen, H., Kirschner, P. A., & Gijselaers, W. H. (2007). The analysis of negotiation of common ground in CSCL. *Learning and Instruction*, 17(4), 427-435.
- Ben Rajeb, S. (2012). *Modélisation de la collaboration distante dans les pratiques de conception architecturale: caractérisation des opérations cognitives en conception collaborative instrumentée*. Ph.D. thesis, Ecole Nationale Supérieure d'Architecture Paris La Villette.
- Ben Rajeb, S. (2013). Conception collaborative distante instrumentée. Etude architecturologique pour la caractérisation des opérations cognitives. *Interfaces Numériques*, 2(3), 509-529.
- Ben Rajeb, S., & Leclercq, P. (2015b). Co-construction of meaning via a collaborative action research approach. Yuhua Lua éd., In *LNCS, Lecture Notes in Computer Sciences, Cooperative Design, Visualization, and Engineering*, 9320, pp. 205-215.
- Ben Rajeb, S., & Leclercq, P. (2016). *Analysis of Collaborative Design through Action Research : Methodology and Tools*. 9(1), 199-212.
- Ben Rajeb, S., Leclercq, P., & Calixte, X. (2020). Cours d'analyse des processus de conception. Université de Liège.
- Boujut, J.-F. (2000). *Intégration produit-process en conception : organisation et outils*. Rapport d'activité, programme PROSPER : Systèmes de Production, Stratégies, Conception, Gestion.
- Boujut, J.-F., Darses, F. & Guibert, S. (2006) Etudes des annotations en situation collaborative de conception mécanique. In P. Salembier & M. Zacklad (Eds.), *Annotations dans les documents pour l'action* (pp. 127-152).
- Boton, C., & Kubicki, S. (2014). Maturité des pratiques BIM: Dimensions de modélisation, pratiques collaboratives et technologies. *Interaction Des Maquettes Numériques, Actes Du 6ème Séminaire de Conception Architecturale Numérique (SCAN'14)*.
- Boton, C., Forgues, D. & Halin, G. (2017). Les enjeux liés à l'intégration de l'approche BIM de modélisation des données du bâtiment à l'enseignement universitaire : cas d'une école d'ingénierie. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, 14(2), 5-23.
- Boton, C. & Forgues, D. (2018). Comprendre l'impact du numérique sur la gestion de projet en construction. *Lien social et Politiques*, (81), p.41-60.
- Bressolle, M. C., Pavard, B. & Leroux, M. (1998). The role of multimodal communication in cooperation: The cases of air traffic control. In H. Bunt, T.-J. Beun & T. Borghuis (Eds.), *Multimodal Human-Computer Communication* (pp. 326-343). Berlin: Springer.
- Building and Construction Authority. (2013). *BIM Essential Guide, For collaborative Virtual Design and Construction*. <https://www.corenet.gov.sg/media/1588655/bim-essential-guide-for-collaborative-virtual-design-and-construction.pdf>
- Calixte, X., Ben Rajeb, S., Gronier, G., & Leclercq, P. (2018). *Impact des outils numériques de communications et d'échanges de l'information dans le processus de conception collaborative*. Consulté à l'adresse <https://orbi.uliege.be/handle/2268/229949>

- Calixte X., Ben Rajeb S., Gronier G., Leclercq P., (2019). *Questionnement de la synchronisation de l'information par les usages logiciels (BIM) en conception architecturale collaborative*, 10ème conférence de psychologie ergonomique EPIQUE, Université de Lyon.
- Calixte, X., Rahhal, A., Leclercq, P. & Ben Rajeb, S. (2019). Articulation du travail collaboratif dans un contexte pédagogique. Séminaire inaugural de l'école doctorale thématique AUIAU (Architecture, Urbanisme, Ingénierie Architecturale et Urbaine – EDT 62, année académique 2018-19), 13/11/2019, Bruxelles.
- Callon, M. (1986). Éléments pour une sociologie de la traduction. La domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins-pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc, *L'année sociologique*, (36), p. 169-208.
- Caroly, S. & Barcellini, F. (2013). Le développement de l'activité collective. In P. Falzon (Coord.) *Ergonomie Constructive* (pp. 33-46). Paris : PUF.
- Carter, S. M., & West, M. A. (1998). Reflexivity, effectiveness, and mental health in BBC-TV production teams. *Small Group Research*, 29(5), 583-601. <https://doi.org/10.1177/1046496498295003>
- Celnik, O. & Lebègue, E. (2015). *BIM et maquette numérique pour l'architecture, le bâtiment et la construction* (2^e édition). Coédition Eyrolles / CSTB.
- Chiocchio, F. & Forgues, D. (2008). Le rôle des objets-frontières dans l'apprentissage et la performance d'équipes d'étudiants travaillant à des projets de conception de bâtiments. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, 5 (3), 6-21.
- Chiu, M. L. (2002). An organizational view of design communication in design collaboration. *Design studies*, 23(2), 187-210.
- Clark, H. H. & Brennan, S. A. (1991). Grounding in communication. In L. B. Resnick, J. M. Levine & S. D. Teasley (Eds.), *Perspectives on socially shared cognition* (pp. 127-149). Washington, DC : APA Books.
- Cottier, P. (2010). *L'expérience LEA : vers une autre relation entre conception et pratiques*.
- Cristia, É., Zalio, P.-P., & Guéna, F. (2018). Quand le BIM met la maquette à l'épreuve du numérique. *SHS Web of Conferences*, 47, 01007.
- CSTC. (2017). *Le numérique pour tous ! Contact*.
https://www.cstc.be/homepage/download.cfm?lang=fr&dtype=bbriccontact&doc=contact_fr_01_2017.pdf
- Darcy, S., Salembier, P., Angleys, X., Biran, H., Carron, B., & Gardinetti, E. (2008). Modalités synthétiques d'évaluation / caractérisation des activités coopératives situées - Définition et repérage de marqueurs pertinents. *Actes Du Congrès de La SELF*, 1-8.
- Darses, F. & Falzon, P. (1996). La conception collective : une approche de l'ergonomie cognitive. In G. de Terssac & E. Friedberg (Eds.), *Coopération et Conception*. Toulouse : Octarès.
- Darses, F. (1997). L'ingénierie concourante : un modèle en meilleure adéquation avec le processus cognitif de conception. In P. Brossard, C. Changevriev, 1 P. Leclair (Eds.), *Ingénierie concourante : de la technique social* (pp. 39-55). Paris : Economica.
- Darses, F., Détienne, F., & Visser, W. (2001). Assister la conception: perspectives pour la psychologie cognitive ergonomique. *EPIQUE 2001, Actes Des Journées d'étude En Psychologie Ergonomique, 1972*, 11-20.
- Darses, F. (2004). *Processus psychologiques de résolution collective des problèmes de conception : contribution de la psychologie ergonomique*. Université de Paris V – René Descartes.
- Darses, F. (2006) Analyse du processus d'argumentation dans une situation de reconception collective d'outillage. *Le Travail Humain*, 69 (4), 317-348.
- Defays, A. (2015). *Influence des communications multimodales sur le processus de grounding. Proposition méthodologique d'analyse, appliquée dans le domaine de la conception architecturale*. PhD Thesis, University of Liège, Belgium.

- Détienne, F. & Traverso, V. (2003) Présentation des objectifs et du corpus analysé. In J. M. C. Bastien (Ed.), *Actes des Deuxièmes Journées d'Etude en Psychologie ergonomique – EPIQUE 2003* (pp. 217-221). Rocquencourt : INRIA
- Détienne, F. (2005). MOSAIC. Méthodologie d'analyse pour la modélisation de situations coopératives en conception de produit.
- Détienne, F., Martin, G., & Lavigne, E. (2005). Viewpoints in co-design : A field study in concurrent engineering. *Design Studies*, 26 (3), 215-241.
- Détienne, F., Visser, W., & Tabary, R. (2006). Articulation des dimensions graphico-gestuelle et verbale dans l'analyse de la conception collaborative. *Psychologie de l'interaction*, 21-22, 283-307.
- Eastman, C., Liston, K., Sacks, R. & Teicholz, P. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors* (Deuxième édition). Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.
- El-Kechai, H., & Choquet, C. (2006). Analyse d'une activité de conception collective par les objets intermédiaires. In: *Actes Du Colloque "Scénariser l'enseignement et l'apprentissage : une nouvelle compétence pour le praticien ?"*, 27-32.
- Ellis, C., & Wainer, J. (1994). *A conceptual model of groupware*. Chapel Hill, NC.
- Facchin, S., Tschan, F., Gurtner, A., Cohen, D., & Dupuis, A. (2006). Validation de la version française de l'échelle de réflexivité en groupe de Carter et West, 1998. *Psychologie Du Travail et Des Organisations*, 12(4), 291-306. <https://doi.org/10.1016/j.pto.2006.09.003>
- Falzon, P. (1994). Dialogues fonctionnels et activité collective. *Le Travail Humain*, 57, 297-312.
- Forgues, D., Boton, C., & Halin, G. (2010). Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire. *Higher Education*, 7(2).
- Gronier, G. (2000). *Les activités coopératives dans une démarche de conception : confrontations des activités de coopération*. Mémoire en vue de l'obtention du DEA de Psychologie du travail.
- Gronier, G., Sagot, J., Gouin, V., & Gomes, S. (2001). *Etudes exploratoires des activités coopératives de conception assistées par un collecticiel*. 93-109.
- Gronier, G., Sagot, J., & Gomes, S. (2003). Concevoir en équipe : enjeux psycho-ergonomiques de la coopération médiée. *10ème Séminaire CONFERE*, 77-84.
- Gronier, G. (2010). Méthodes d'analyse des communications fonctionnelles en situation de travail collectif. *Recherches Qualitatives*, 9, 151-169.
- Gronier, G. (2019). *Travail collectif et collectifs de travail*. Conférence dans le cadre du cours de studio digital collaboratif 2018-2019.
- Grudin, J. (1994). Computer-supported cooperative work: history and focus. *Computer*, 27(5), pp.19-26.
- Guerriero, A., & Kubicki, S. (2019). *Workshop SDC - CT02*.
- Hubert, B., & Teulier, R. (2008). Des concepts intermédiaires pour la conception collective. Les situations d'actions collectives avec acteurs hétérogènes. *Ecologisation. Objets et Concepts Intermédiaires.*, April 2015, 163-187. <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00403598>
- Jeantet, A., Tiger, H., Vinck, D. & Tichkiewitch, S. (1996). La coordination par les objets dans les équipes intégrées de conception de produit. In De Terssac G., Friedberg E. (Coord.), *Coopération et conception*, op. cit, pp. 87-100.
- Jeantet, A. (1998). Les objets intermédiaires dans la conception. Éléments pour une sociologie des processus de conception. *Sociologie Du Travail*, 40(3), 291-316. <https://doi.org/10.3406/sotra.1998.1333>
- Johansen, R. (1988). *Groupware: Computer support for business teams*. New York, USA: The Free Press.

- Karsenty, L. & Pavard, B. (1997). Différents niveaux d'analyse du contexte de l'étude ergonomique du travail collectif : la coopération dans les situations de travail. *Réseaux* (85), 73-99.
- Kensek, K., Delcambre, B., Mabire, C., Tatin, T. & Segura, J. A. C. (2015). *Manuel BIM. Théorie et application*. France : Eyrolles.
- Kreider, R. G., & Messner, J. I. (2013). The Uses of BIM: Classifying and Selecting BIM Uses. *The Pennsylvania State University, September*, 0-22.
- Lee, G., & Borrmann, A. (2020). BIM policy and management. *Construction Management and Economics*, 38(5), 413–419. <https://doi.org/10.1080/01446193.2020.1726979>
- Leplat, J., & Savoyant, A. (1983-1984). Ordonnancement et coordination des activités dans les travaux individuels et collectifs. *Bulletin de Psychologie*, 37(364), 271-278.
- Leplat, J. (1993). Ergonomie et activités collectives. In F. Six & X Vaxevanoglou (Eds.), *Les aspects collectifs du travail* (pp. 7-27). Toulouse : Octarès Editions.
- Levan, S. K. (2016) *Management et collaboration BIM*. Collection Blanche BTP.
- Martin, G. (2001). *Intégration et confrontation des points de vue dans le cadre de la conception en ingénierie concourante*. 11-147.
- Martin, G., Détienne, F., & Lavigne, E. (2001). Analysing Viewpoints in Design through the Argumentation Process. *Interact*, 521-529.
- Martin, H. (2018). Maquette numérique 3D pour la construction : visualiser les connaissances métier et interagir avec des dispositifs immersifs. Thèse de doctorat de l'Université Paris-Saclay préparée à l'Université de Versailles. *BIM-Thesis*.
- Mayeur, A., Darses, F., Lecourtois, C., Guena, F., Ben Rajeb, S., Safin, S. & Leclercq, P. (2011). *Projet CoCreA – Rapport final* (pp. 1-28).
- Mer, S., Jeantet, A. & Tichkiewitch, S. (1995). Les objets intermédiaires de la conception : modélisation et coordination. In Caelen J. et Zreik K., *Le communicationnel pour concevoir*, Paris, Europa-Productions, pp. 21-41.
- McNeill, D. (1992). *Hand and mind. What gestures reveal about thought*. Chicago: University of Chicago Press.
- Midler, C. (1993). L'acteur-projet : situations, missions, moyens. In Giard V., Midler C. (Coord.), *Pilotage de projet et entreprises*, Paris, Economica.
- Miettinen, R., & Paavola, S. (2016). Reconceptualizing object construction: the dynamics of Building Information Modelling in construction design. *Information Systems Journal*, 28(3), 516-531. <https://doi.org/10.1111/isj.12125>
- National Building Information Modeling Standard (NBIMS). (2007). *National Building Information Modeling Standard Part-I: Overview, Principles and Methodologies*. US National Institute of Building Sciences Facilities Information Council, BIM Committee. https://buildinginformationmanagement.files.wordpress.com/2011/06/nbimsv1_p1.pdf
- Paavola, S., & Miettinen, R. (2018). Dynamics of Design Collaboration: BIM Models as Intermediary Digital Objects. *Computer Supported Cooperative Work: CSCW: An International Journal*, 27(3–6), 1113-1135. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10606-018-9306-4>
- Pello, C., Faucheu, J., Delafosse, D., & Bassereau, J. (2015). *Les objets conception/design, instruments d'une recherche par le design* Jean-François Bassereau.
- Rahhal, A., Schrayen, J., Ben Rajeb, S. & Leclercq, P. (2018). *Cours ExploBIM : Introduction aux notions du building information modeling*. Université de Liège.
- Rahhal, A., Ben Rajeb, S. & Leclercq, P. (A paraître). *Caractérisation de l'information dans une collaboration BIM*

Rahhal A. (en cours). *Travail doctoral*

Safin, S. (2011). *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.

Salber, D. (1995). *De l'interaction homme-machine individuelle aux systèmes multi-utilisateurs : l'exemple de la communication homme-homme médiatisée*. Thèse, Université Joseph Fournier, Grenoble.

Skair, L. (2015). The international Capitalist Class and Contemporary - Architecture in Globalizing. *International Journal of Urban and Regional Research*, 29(3), pp. 485-500.

Star S.L., Griesemer J. (1989), "Institutional ecology, 'Translations', and Boundary objects: amateurs and professionals on Berkeley's museum of vertebrate zoology", *Social Studies of Science*, 19(3): 387-420.

Tahrani, S., Botton, C., & Forgues, D. (2015). *Rapport Coordination 3D: Atelier sur la formalisation des pratiques de collaboration dans les projets « BIM »*. Consulté sur <http://gridd.etsmtl.ca/publications/2015-11-24%20atelier%20coordination%203D.pdf>

Tory, M., Staub-French, S., Po, B. A., & Wu, F. (2008). Physical and digital artifact-mediated coordination in building design. *Computer Supported Cooperative Work*, 17(4), 311–351. <https://doi.org/10.1007/s10606-008-9077-4>

Traverso, V. & Visser, W. (2009). Co-élaboration de solutions et rôle du graphico-gestuel : bilan de la comparaison méthodologique. *Méthodologies d'analyse de situations coopératives de conception : Corpus MOSAIC* (pp.91-127). France: Presses Universitaires de Nancy.

Trompette, P., & Vinck, D. (2009). Retour sur la notion d'objet-frontière. *Revue d'anthropologie Des Connaissances*, 3, 1(1), 5. <https://doi.org/10.3917/rac.006.0005>

Vinck, D. (1992). Du laboratoire au réseau, le travail scientifique en mutation. Luxembourg, Office des Publications officielles des communautés Européennes

Vinck, D., Laureillard, P., Vinck, D., & Laureillard, P. (1996). *Coordination par les objets dans les processus de conception*. *Coordination par les objets dans les processus de conception*.

Vinck, D. (1999). Ingénieurs au quotidien. Ethnographie de l'activité de conception et d'innovation. Grenoble, PUG.

Vinck D. (2009). *De l'objet intermédiaire à l'objet-frontière*. *Revue d'anthropologie des connaissances*, vol. 3, n° 1 (1), 51-72.

Visser, W. (2001). *Conception individuelle et collective. Approche de l'ergonomie cognitive*. [Rapport de recherche] RR-4257, INARIA

Visser, W., & Détienne, F. (2005, December 1-2). *Articulation entre composantes verbale et graphico-gestuelle de l'interaction dans des réunions de conception architecturale*. Paper presented at the conference SCAN'05, Paris, France

Visser, W. (2009). La conception : de la résolution de problèmes à la construction de représentations. *Le Travail humain*, 72(1), 61-78.

Visser, W. (2010). *L'utilisation du geste dans des réunions de conception architecturale*. Paper presented at the Design & Complexity (DRS2010), Montréal, Canada.

Zacklad, M., Lewkowicz, M., Boujut, J., Darses, F., & Détienne, F. (2003). *Formes et gestion des annotations numériques collectives en ingénierie collaborative*. Paper presented at the conference Knowledge Engineering, Laval.

Tables des illustrations

Figures :

Figure 1 : Synthèse des formes d'activités collectives (Defays, 2015, p.13).	3
Figure 2 : Schématisation du processus collectif de conception (Celnik et Lébègue, 2015, p.126).....	6
Figure 3 : Trèfle d'Ellis et trèfle fonctionnel (Ellis, 1994 ; Salber, 1995) & Paradigme des 3C (Gronier, 2019).7	
Figure 4 : Synthèse des « 3C ».	8
Figure 5 : Schéma des configurations de réunion en co-présence.....	10
Figure 6 : Les catégories des finalités d'usage du BIM (Kreider & Messner, 2013, p.6).	12
Figure 7 : Les principaux usages en pré-construction ciblé par le BIM (Rahhal, A. & al., 2018).	12
Figure 8 : Extrait d'encodage de représentation par arborescence des confrontations de points de vue (Gronier, 2010, p.159).	23
Figure 9 : Comparaison schématique de l'organisation des catégories des grilles d'analyse.....	25
Figure 10 : Grille d'analyse de la modalité gestuelle (Defays, 2015, p.232).	27
Figure 11 : Origines de la théorisation de la notion d'objet intermédiaires (Vinck, 1992).	30
Figure 12 : Chronologies des travaux majeurs sur la notion d'objet intermédiaire entre 1992 et 1999 (Vinck, 1992).....	30
Figure 13 : Schéma expliquant les phases de la maquette numérique (Celnik &Lebègue, 2015, p.261).	35
Figure 14 : Visualisation sur BIMCollaeb de la géométrie de maquettes métiers d'un projet de salle de spectacle (Projet SDC, 2019).	35
Figure 15 : Visualisation de locaux spécifique au facility management d'un projet de salle de spectacle (Projet SDC, 2019).	35
Figure 16 : Positionnement de la réunion de coordination au sein des concepts d'activités collectives.	36
Figure 17 : Positionnement de la réunion de coordination au sein des concepts d'activités collectives.	36
Figure 18 : De l'état de l'art à l'esquisse d'une problématique.	37
Figure 19 : Concepts clés conduisant à la prise de décisions en réunions de coordination.	38
Figure 20 : Positionnement des sous-questions et de la question de recherche par rapport aux concepts clés.....	39
Figure 21 : Processus méthodologique général.	40
Figure 22 : Processus méthodologique de la phase 1.	41
Figure 23 : Intégration du projet dans un processus pédagogique.....	41
Figure 24 : Vue de la Villa Massalia Atelier IV (projet de Boulay, J., Kannary, K., Kuppens, R. & Meus, M.). .	42
Figure 25 : Planification synthétique du projet (Données de projet SDC 2019-2020).	43
Figure 26 : Profils des acteurs du groupe de projet « Team Jaune » (Données de projet SDC 2019-2020). ..	43
Figure 27 : Questionnaires de retours d'expériences sur la modélisation (Données de projet SDC 2018- 2019).....	44
Figure 28 : Images des vidéos de SDC 2018-2019 (cadrage de la caméra) (Rahhal, à paraître).	45
Figure 29 : Analyse de l'expérience 0 sur les outils utilisés lors des réunions de coordination (Rahhal, travail doctoral en cours).....	46
Figure 30 : Processus méthodologique de la phase 2.	47
Figure 31 : Plan de montage du dispositif d'enregistrement audio-visuel des réunions de coordination extraite de l'Annexes_M_3.1.	48
Figure 32 : Grille de prise de note vierge extrait de l'Annexes_M_3.3.....	49
Figure 33 : Schéma des dispositifs de réunions en co-présence mis en place.....	49
Figure 34 : Echelle de réflexivité de Carter et West (traduit par Facchin & al., 2006, p. 296).	50
Figure 35 : Grille de Bales (1972, cité par Defays, 2015, p.18).....	51
Figure 36 : Cartes réflexives de Chautagnat.....	51
Figure 37 : Extraits des questions du questionnaire du 13.03 de l'Annexes_M_3.5.	52
Figure 38 : Point de vue de la cam 6 réunion du 13 mars (Données de projet SDC 2019-2020).	53

Figure 39 : Point de vue de l'écran partagé de la réunion virtuelle du 20 mars (Données de projet SDC 2019-2020).....	53
Figure 40 : Vidéos montées avec l'image des 3 caméras de la réunion du 20.03 (Données de projet SDC 2019-2020).	54
Figure 41 : Schéma méthodologique et temporel de la mise en place des questionnaires et entretiens par réunion.	54
Figure 42 : Pré-analyse du questionnaire V1 envoyé le 13.03.	55
Figure 43 : Pré-analyse du questionnaire V1-c envoyé le 14.03.	55
Figure 44 : Ajout de précisions dans le questionnaire V1 pour créer V1-c.	55
Figure 45 : Processus méthodologique de la phase 3.	56
Figure 46 : Grille de prise de note de la réunion du 13.03 extrait de Annexes_T_1.....	56
Figure 47 : Répartition temporelle des thématiques d'études pour les 3 réunions du mois de mars extrait de Annexes_T_1.	57
Figure 48: Grille d'encodage préliminaire.	59
Figure 49: Grille d'encodage finale.....	60
Figure 50 : Zone 2 _Les verbalisations extrait de l'Annexes_T_1.....	61
Figure 51 : Du tour de parole à la verbalisation.	61
Figure 52 : Zone 3 _ Les rôles et missions extrait de l'Annexes_T_1.	62
Figure 53 : Zone 3 _ Verbalisations organisationnelles extrait de l'Annexes_T_1.....	62
Figure 54 : Comparaison des catégories de verbalisations de COMET (2001), Beers présenté par Defays (2015) et Martin (2001).....	63
Figure 55 : Arbre décisionnel pour l'encodage des verbalisations.....	64
Figure 56 : Zone 4 _ Catégories de verbalisations extrait de l'Annexes_T_1.....	64
Figure 57 : (gauche) Grille d'encodage initiale des OIC extrait de l'Annexes_T_1 _ (droite) Question post-réunion sur l'identification des supports d'informations utilisés.....	65
Figure 58 : Supports de l'information présentant un aspect de la modélisation de la maquette numérique.	66
Figure 59 : Supports de l'information qui font référence à des aspects du projet sans modélisation numérique.	66
Figure 60 : Zone 5 _ L'affichage et l'interaction avec les OIC extrait de l'Annexes_T_1.....	67
Figure 61 : Axes d'analyses des résultats.	68
Figure 62 : Répartition de avis des acteurs sur la question 1.1 du questionnaire de la réunion du 27/03.	69
Figure 63 : Répartitions des activités et des types de verbalisations de la réunion du 27/03.....	70
Figure 64 : Répartition des occurrences des verbalisations utiles par catégories et niveaux de la réunion du 27/03.	70
Figure 65 : Répartitions des OIC affichés et des interactions avec les OIC lors de verbalisations utiles de la réunion du 27/03.....	71
Figure 66 : Nombres de réponses par catégories de fréquence d'usage à la question 1.2 du questionnaire _27/03.	72
Figure 67 : Répartitions des occurrences d'interactions avec des OIC accompagnés ou non de gestes de pointage lors de la réunion du 27/03.	72
Figure 68 : Répartitions des verbalisations utiles par rôle lors de la réunion du 27/03.	73
Figure 69 : Nombres de réponses par catégories de fréquence de prise de parole à la question 1.4 du questionnaire _27/03.....	73
Figure 70 : Répartition des occurrences d'usage des verbalisations selon les rôles au cours de la réunion du 27/03.	74
Figure 71 : Répartition des occurrences d'interactions des acteurs par rôle avec les types d'OIC lors de la réunion du 27/03.....	75
Figure 72 : Répartition des rôles qui interagissent avec les OIC représentant la maquette numérique et les rôles qui parlent en simultané lors de la réunion du 27/03.....	75
Figure 73 : Nombres de réponses de la fréquence d'interaction a la question 1.5 du questionnaire _ 27/03.	76

Figure 74 : Répartition des occurrences d'interactions avec les types d'OIC sur les verbalisations lors de la réunion du 27/03.....	76
Figure 75 : Répartition des occurrences d'usage des verbalisations selon les rôles au cours de la réunion du 27/03.	78
Figure 76 : Graphique du nombre de verbalisations par thématique de chacune des réunions.....	80
Figure 77 : Fonctionnement des arbres de verbalisations.	81
Figure 78 : Profils types d'arbres de verbalisations.....	82
Figure 79 : Arbre de verbalisations de ENV de la réunion du 27/03.....	83
Figure 80 : Arbre de verbalisations de T.S de la réunion du 27/03.....	84
Figure 81 : Arbre de verbalisations de STR-T.S de la réunion du 27/03.....	85
Figure 82 : Arbre de verbalisations de ENV-STR de la réunion du 27/03.....	86
Figure 83 : Positionnement des OIC en fonction du pourcentage d'interactions et de la ressemblance avec la maquette.	96

Tableaux :

Tableau 1 : Modalités d'activités collectives en conception architecturale(Ben Rajeb & al., 2020 ; Safin, 2011).....	5
Tableau 2 : Matrice espace-temps des activités collectives (Johansen, 1988).	9
Tableau 3 : Matrice espace-temps des modalités d'échanges d'informations au cours d'un projet.	9
Tableau 4 : Lien entre la catégorisation générale de Messner et les usages en pré-construction du BIM. ...	12
Tableau 5 : Utilisations principales des modalités verbales.....	14
Tableau 6 : Principes perceptibles au sein des échanges verbaux dans un groupe.....	14
Tableau 7 : Classification des gestes de McNeil (1992).....	15
Tableau 8 : Classification des interactions gestuelles (Mayeur & al., 2011, p.16).	16
Tableau 9 : Méthode d'analyse de la conception architecturale collaborative.	17
Tableau 10 : Grille de codage de la méthode COMET (Darses & al., 2001).	19
Tableau 11 : Mouvements coopératifs de la méthode COMET (Darses & al., 2001).	20
Tableau 12 : La définition des actions (Martin, 2001, p. 92).....	21
Tableau 13 : La définition des objets de l'action (Martin, 2001, p. 92).....	21
Tableau 14 : La définition des signes (Martin, 2001, p. 92).	21
Tableau 15 : Résumé des niveaux de codage pour l'analyse de la confrontation de points de vue (Gronier 2010, p158).....	22
Tableau 16 : Les aspects positifs et négatifs des grilles d'analyses.....	25
Tableau 17 : Extrait des actions graphico-gestuelles et leurs attributs propres (Visser & Détienne, 2005)...	26
Tableau 18 : Points communs et différences entre SDC 2018-2019 et 2019-2020.	44
Tableau 19 : Synthèse des besoins expérimentaux.....	46
Tableau 20 : Tableau des points communs entre la réunion en présentiel et en visioconférence.	49
Tableau 21 : Répartition du nombre de prises de décisions par rôle par discipline lors de la réunion du 27/03.	75
Tableau 22 : Proportion de recours à un OIC pour chaque type de verbalisations.	77
Tableau 23 : Proportion d'utilisation d'OICm pour chaque type de verbalisations et pour chaque rôle.	78
Tableau 24 : Recensement des thématiques d'étude de chacune des réunions et caractéristiques.	79

Tables des annexes

Dans un dossier séparé (s172934_JACCARD_SOLENE_2020_ANNEXES), les annexes suivantes sont regroupées :

Annexes_M_Methodologie

Annexes_M_1_Enonce-SDC

Annexes_M_1.1_SDC2-Enoncee

Annexes_M_1.2_SDC2.2-Annexe2

Annexes_M_1.3_SDC2.2-Annexe3

Annexes_M_1.4_Agenda-des-encadrants

Annexes_M_2_Materiels

Annexes_M_2.1_SMARTBoard

Annexes_M_2.2_Micro

Annexes_M_2.3_Console

Annexes_M_2.4_Camera

Annexes_M_3_Protocoles

Annexes_M_3.1_Protocole-d-observation

Annexes_M_3.2_Cateegories-observees

Annexes_M_3.3_Grille de prise de note

Annexes_M_3.4_Protocole-d-enquete

Annexes_M_3.5_Questionnaires-vierges

Annexes_D_Données-récoltées

Annexe_D_1_Questionnaire-Reponses_TJ

Annexe_D_2_Entretien-Reponses_TJ

Annexes_T_Traitements

Annexes_T_1_Grille-d-encodage

Annexes_T_2_Creation-des-arbres

Annexes_R_Resultats

Annexes_R_1_Resultats-reunion-13.03

Annexes_R_2_Arbres-de-verbalisations