



SCAN'16 Toulouse

Séminaire de Conception Architecturale Numérique

Mètre et paramètre, mesure et démesure du projet

Sous la direction de Jean-Pierre Goulette et Bernard Ferries

PUN - Editions Universitaires de Lorraine.

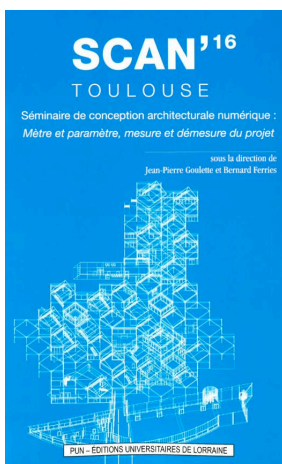
ISBN: 978-2-8143-0289-1

Titre de la publication :

Espaces de conception collaborative réels et augmentés : proposition pour une mesure ergonomique de l'interaction.

Auteurs :

Feki Ameni¹, Samia Ben Rajeb, Pierre Leclercq



Cette publication (présentée dans ce document en version auteur acceptée), est parue dans les actes du Séminaire de Conception Architecturale Numérique SCAN'16 – Toulouse - *Mètre et paramètre, mesure et démesure du projet*, 07-09 septembre 2016, Toulouse

Tout usage du contenu de cette publication doit mentionner la référence de l'ouvrage, du titre et de(s) auteur(s).

Espaces de conception collaborative réels et augmentés : proposition pour une mesure ergonomique de l'interaction.

Feki Ameni^{1,2}, Samia Ben Rajeb¹, Pierre Leclercq¹

1. LUCID, Lab for User Cognition & Innovative Design, Université de Liège, Belgique

2. ESSTED, Ecole Supérieure des Sciences et Technologie du Design de Tunis, Université de Manouba, Tunisie

ameni.feki@student.ulg.ac.be, samia.benrajeb@ulg.ac.be, pierre.leclercq@ulg.ac.be

RÉSUMÉ. Dans le domaine de la conception architecturale, l'insertion du numérique dans les activités collaboratives n'est plus seulement considéré comme l'insertion d'un outil dans le processus, mais comme un concept qui interagit avec la notion de l'espace. L'analyse de cette interaction nécessite l'élaboration d'une méthode qui permet de mesurer l'impact de l'environnement spatial sur l'activité de conception. La méthode présentée ici offre la possibilité d'analyser les différents types de configurations de travail collective, que ce soit en coprésence ou à distance, dans un espace réel ou augmenté.

MOTS-CLÉS : Conception collaborative, Espaces augmentés, Ergonomie et interaction.

ABSTRACT. In architecture design domain, digital technology introduction in collaborative activities is subject to several research studies. Digital technology is not anymore considered as a tool in the process, but as a concept interacting with the concept of workspace. The analysis of this interaction helped us developing a method measuring the impact of space environment on the design. Below presented method offers the possibility to analyze different collaborative work configurations that varies in the location and space: remote, in the same location, in a real space or augmented one.

KEYWORDS: Collaborative design, Augmented workspaces, Ergonomics and interaction.

1. Introduction

L'insertion des technologies de l'information et de la communication dans les activités humaines a fait l'objet de plusieurs recherches qui ont montré que l'utilisation de ces technologies dans les lieux de travail génère de nouvelles pratiques. En particulier, plusieurs offres d'outils numériques ont été développées pour soutenir le travail collaboratif (Safin, 2011). Les agences de designers, d'architectes et d'ingénieurs ont, de plus en plus, eu recours à des supports numériques afin d'assister leurs activités de conception qui se réclament davantage collectives et pluridisciplinaires (Ben Rajeb & Leclercq, 2013). Cette insertion des TIC dans l'environnement spatial, a créé de nouveaux environnements, différents du point de vue des interactions ; une nouvelle ère d'espace de travail augmenté est née (Feki & Ben Rajeb, 2014).

De nombreuses études scientifiques se sont intéressées à ces activités de conception collaboratives, qu'elles soient synchrones ou pas, en coprésence ou à distance. Elles ont été abordées du point de vue de la dimension cognitive (Détienne et al. 2009), du point de vue du processus de conception (Visser, 2001), particulièrement sur le référent commun « *grounding* » (Defays, 2015), ainsi que les formes de conscience mutuelle « *awareness* » (Carroll et al. 2003) à distance ou en coprésence.

Mais les échanges entre les collaborateurs dans l'activité de conception concernent aussi l'environnement spatial réel. Les études qui ont été menées à propos de la modalité de l'échange entre les concepteurs ont surtout traité la communication du point de vue verbal et non verbal (Darses et al, 2001), mais rares sont les recherches qui ont étudié, spécifiquement, la relation entre cet environnement spatial et la conception collaborative. Pourtant le champ de la psychosociologie de l'espace, souligne combien l'environnement spatial agit sur l'être humain, suggère et conditionne son action et son comportement (Fischer & Fousse, 2002).

C'est ce qui a suscité notre intérêt à étudier l'impact de l'espace sur les activités collaboratives dans le domaine de la conception, à nous interroger sur l'influence de la variabilité de l'environnement spatial (composantes et organisation) sur les activités collaboratives, en situation réelle ou augmentée. Cet article présente une méthode d'analyse de cette influence de la variabilité de l'espace sur l'activité collaborative. Il présentera d'abord le cadre et la question de recherche de notre étude, dressera un état de l'art sur les méthodes d'analyses des modalités d'échange et les critères d'analyse du point de vue de l'espace, du comportement et de l'échange. Il présentera ensuite la méthode que nous proposons pour ana-

lyser l'influence de l'environnement spatiale sur l'activité de conception collaborative.

2. Cadre et question de recherche

Notre étude s'inscrit dans le cadre d'une thèse, qui étudie les aspects ergonomiques et organisationnels de l'espace réel et son impact sur la réunion augmentée, en référence à une situation en coprésence. Ces travaux s'insèrent dans le contexte du projet ARC COMMON (2011-2015)¹. Ce projet a développé une recherche scientifique sur l'analyse des caractéristiques multimodales de la collaboration en activités complexes. En particulier, il a étudié le rôle des images et des traces graphiques dans la communication verbale et non verbale en collaboration synchrone distante.² Les activités de conception collaborative visées concernent des situations de travail en coprésence non instrumentées et des situations de travail à distance (cf. figure1).



Figure 1. Espace de travail réel (coprésence) et espace augmenté (à distance)

Les situations en coprésence ont eu lieu lors de sessions de projet, niveau licence en design à l'Ecole Supérieure des Sciences et Technologies du Design de Tunis (TN). Les situations à distance se déroulent dans un espace augmenté, outillé par un système supportant la collaboration synchrone à distance, développé au laboratoire LUCID de l'Université de Liège. Les situations ont eu lieu dans le cadre d'une collaboration entre des étudiants ingénieurs architectes de l'Université de Liège (BE) et des

¹ ARC COMMON est un projet financé avec le support de la Fédération Wallonie-Bruxelles - Actions de recherche concertées - Académie Wallonie-Europe, qui a fédéré une quinzaine de chercheurs issus de cinq facultés de l'Université de Liège : sciences de l'ingénieur (LUCID coordonnateur). Linguistique et Sémiotique (Sciences du Langage et Rhétorique), Psychologie du travail et des sciences cognitives (LECIT), Architecture (Architecture et Société) et Médecine (Anatomie Humaine Systématique).

² www.lucid.ulg.ac.be/www/research/common/

étudiants architectes de l'Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Nancy (F). Cet espace augmenté nommé « Studio Digital collaboratif » (SDC), intègre trois éléments ; le premier est un écran de visioconférence, supportant la communication auditive et visuelle; le deuxième est une surface numérique qui permet l'interaction des utilisateurs par un stylo électronique ; le troisième est le logiciel SketSha qui permet de créer, de partager et d'annoter au stylo tout type de document en temps réel, à distance via internet. Pour analyser ces différentes situations de conception collaborative nous avons développé une méthode qui s'applique à cette variété de configurations, en coprésence ou à distance, instrumenté ou pas. Comment étudier l'influence des variabilités de l'espace sur le mode d'échange entre collaborateurs dans un environnement réel ou augmenté ? Quels critères s'avèrent pertinents à observer ?

3. Etat de l'art

Nombreuses sont les recherches qui ont étudié les modalités supportant la collaboration (Hebert, 2008). Les recherches menées dans le domaine de la conception ont essayé de mieux comprendre l'impact des modalités de communication sur l'activité collaborative.

3.1. Méthode d'analyse

Pour étudier ces modalités, de nombreuses méthodes ont été développées, mais particulièrement du point de vue de la communication verbale. Les méthodes d'analyse des communications verbales sont en effet celles qui ont été les plus étudiées (Tajariol, 2006). Parmi elles, la méthode COMET (Darses et al, 2001), le codage des protocoles verbaux permet l'évaluation de la qualité du processus de conception collaborative, mais aussi la méthode ALCESTE, développée par Reinert (2001). Toutes ces méthodes traitent donc essentiellement des modalités de communication, mais elles ne permettent pas d'analyser la relation entre la communication et l'environnement spatial proprement dit. En tant que designer-espace, pour pouvoir étudier cette relation, nous avons donc développé une méthode nous permettant de décrire le comportement et l'action des concepteurs. Basée sur l'observation systématique (Bakeman & Quera, 2011), notre méthode d'analyse des comportements, propose une stratégie de codage, manipulant les variables dans une grille de données objectives, décrivant les comportements observés.

3.2. Critères de l'analyse

a) Critères du point de vue de l'espace

Les psychosociologues ont défini l'espace non pas comme une entité indépendante, mais comme un champ dynamique, qui n'existe qu'à travers les relations que les occupants établissent avec lui (Hall, 1973). Les recherches qui ont étudié la relation entre l'organisation de l'espace et ses occupants ont dégagé quatre facteurs : le nombre d'occupants, l'espace disponible, les activités et l'emplacement relatif (Fischer, 1989). Ce sont ces facteurs que nous empruntons comme critères d'analyse concernant l'espace.

b) Critères du point de vue du comportement

Dans les études qui se sont intéressées à l'interprétation des comportements corporels en situation de communication interpersonnelle, le comportement est décrit comme une série de positions dans le temps et l'espace (système de Berne). Dans toute communication, les comportements corporels (gestes, regards, les postures, distance interpersonnelle) jouent un rôle important dans l'échange d'informations et la régulation de l'interaction sociale (Schiaratura, 2013). Ces comportements sont retenus parmi nos critères puisqu'ils renseignent les partenaires de l'interaction sur leurs intérêts, leurs intentions et leurs attitudes.

c) Critères du point de vue de l'échange

Dans le domaine de la conception, la plupart des recherches se sont focalisées sur la modalité d'échange entre les collaborateurs du point de vue de la communication verbale ou non verbale (Mayeur et al, 2011). Les recherches concernant les modalités de communications non verbales ont ciblé particulièrement les modalités visuelles, graphiques et gestuelles. D'autres recherches, enfin, ont pris en compte dans les modalités de l'échange, la gestion de l'interaction (tours de parole, régulations, gestion de l'écoute) dans les situations de collaboration à distance (Détienne et al. 2004). Les recherches qui se rapprochent de notre contexte concernent la gestion de l'interaction, la gestion de l'organisation de l'espace de travail, des documents et de la communication (Détienne, Boujut, & Hohmann, 2004).

4. Mise en œuvre

4.1. L'observation

Pour mettre en œuvre notre grille de codage, nous avons constitué un corpus d'observation. Nous avons choisi l'observation pour mener l'analyse qualitative de l'activité de conception collaborative des différentes configurations, les situations en coprésence nous servant de situation de référence pour étudier celles à distance.

4.2. Mise en place et recueil

La première mise en place de ces différentes configurations spatiales a été effectuée suivant des variables manipulables qui concernent l'environnement spatial déjà discutés dans (Feki & Ben Rajeb, 2015). Ces variables concernent les composantes de l'espace et son organisation. Pour une observation pointue des comportements et du mode d'échange nous avons collecté notes et vidéos sans intervenir sur le terrain.

4.3. Les critères des situations

Pour analyser l'influence de la variabilité de l'espace sur le mode d'échange entre collaborateurs dans le domaine de la conception, nous avons choisi nos variables observables à partir de critères identifiés dans notre état de l'art.

a) Critère du point de vue de l'espace

Nous avons choisi de qualifier l'organisation de l'espace suivant quatre critères : le nombre de concepteurs, la position des concepteurs, leur emplacement relatif, l'emprise des corps physiques et leur rayon d'action (cf. figure 2). L'observation de la **position** du concepteur se définit suivant un système de trois axes ; la table, le support (le document est toujours orienté) et la chaise. Le facteur de **l'emplacement** est traduit pas la distance qui sépare les concepteurs les uns des autres ou celle qui sépare les concepteurs des composantes de l'espace (surface, documents et outils de travail). Nous avons également choisi d'observer **l'emprise** du corps sur l'environnement de travail que ce soit la surface ou le support commun.

RETRANSCRIPTION				ESPACE																		
Séquence	Temps [mm:ss] Départ	Description de l'interaction	Acteur	EMPRISE			POSITION				EMPLACEMENT											
				Emprise des bras sur la table	Emprise des bras sur la chaise	Emprise des bras sur le support	Transversale	Parallèle	Diagonale	Endroit	Envers	Transversale	Droite	Arrière	Avancé	Pas sur la chaise	Accessible	Pas accessible	Accessible	Pas accessible	Accessible	Pas accessible
				Emprise des bras sur la table	Emprise des bras sur la chaise	Emprise des bras sur le support	Espace de travail	Document orienté	Chaise	Table	Document	Outils										

Figure 2. Première partie de la grille (Retranscription – Espace)

b) Critère du point de vue du comportement

Nous avons choisi comme critères du comportement, l'activité motrice, la posture et l'usage (cf. figure 3). L'**activité motrice** traduit la dynamique de l'utilisateur dans l'espace : se rapprocher ou bien s'éloigner de l'espace de travail, des documents ou bien des autres collaborateurs, se lever, s'asseoir. La **posture** donne une idée du «point de vue» choisi par chaque acteur sur l'espace de travail : être debout, ou bien debout accoudé, assis (sur la chaise, la table ou par terre), ou accroupi. Enfin, l'**usage** des outils ou des documents informe sur l'implication de chaque acteur dans l'interaction: l'utiliser ou pas, le tenir, le chercher, le rapprocher ou bien l'éloigner.

		ECHANGE																												
		MODALITE						MOYENS																						
		Verbale			Non Verbale			Informations			Outil			Document																
Parler	Ecouter	Autres	Représente	Organisés	Pas de	Autres	Annotat	Pas	Graphique	Collabor	Docume	Visuelle	Ailleurs	Donner un avis	Argumenter	Riposter	Poser des questions	Pas d'échange	Autres	Le demander	Le donner	Le prendre	Se le faire prendre	Pas d'échange	Le demander	Le donner	Le prendre	Se le faire prendre	Pas d'échange de	

Figure 3. Deuxième partie de la grille (Comportement)

c) Critère du point de vue de l'échange

Pour analyser l'échange dans les activités de collaboration, nous avons choisi d'observer les **moyens** de l'échange et la **modalité** de l'échange (cf. figure 4). L'échange peut être sous forme de transfert d'information,

donner un avis, concrétiser, argumenter, riposter, poser des questions, ou bien par un échange de document(s) ou d'outil(s).

En nous référant aux recherches précitées sur les méthodes d'analyses de la communication dans les situations collaboratives, nous avons choisi d'aborder le mode d'échange du point de vue de la communication verbale et non verbale.

Pour la communication verbale, nous distinguons l'action **orale** et **auditive**. Et en ce qui concerne la communication non verbale, l'observation pointera les trois types de modalités gestuelles [les représentationnels (désignation / caractères spatiales) et les organisationnelles (interaction / activité) (Visser, 2010)], modalités graphiques [les annotations, contenu et fonction] et modalités visuelles [regarder les collaborateurs, les documents de travail, ou autres].

ECHANGE																								
MODALITE						MOYENS																		
Verbale			Non Verbale			Informations			Outil		Document													
Parler	Ecouter	Autres	Gestuelle			Graphique			Donner un avis	Argumenter	Riposter	Poser des questions	Pas d'échange	Autres	Le demander	Le donner	Le prendre	Se le faire prendre	Pas d'échange	Le demander	Le donner	Le prendre	Se le faire prendre	
			Pas de	Autres	Annotat	Pas	Autres	Collabor																Docume

Figure 4. Dernière partie de la grille (Echange)

4.3. La grille de codage et l'outil de traitement.

Tous ces critères sont mis en place dans une grille de codage suivant nos trois grandes catégories ; l'espace (cf. figure 2), le comportement (cf. figure 3) et l'échange (cf. figure 4). L'élaboration de cette grille a été menée en fonction de l'outil de traitement des données COMMON TOOLS. Cet outil est une application Web initiée dans le cadre du projet ARC précité et développé par le laboratoire LUCID de l'Université de Liège. Il permet la transformation des données de la grille de codage (dans les fichiers .csv ou .xls) en données consolidées puis présentées selon une variété de formalismes visuels (tarte, colonnes empilées, ligne de temps, etc). Il permet de visualiser les données traitées entre elles et par rapport au temps (cf. figure 5), les événements et les spécificités de chaque acteur impliqué dans le processus collectif. (Ben Rajeb & Leclercq, 2015).

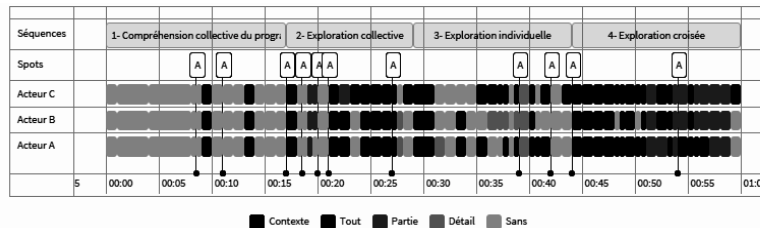


Figure 5. Formalisme visuel de COMMON TOOLS

5. Conclusion

L'objectif de l'élaboration de cette grille est d'analyser l'influence des variabilités de l'espace réel et augmenté sur les modalités d'échanges dans des situations de travail collaboratif, en coprésence et à distance. Cette grille a été validée pour des situations en coprésence dans un espace non instrumenté. La grille va être testée dans les situations à distance et il est possible que certains critères ne s'adaptent pas ou manquent par rapport à la situation en espace augmenté, qui peuvent être relatifs à l'outil numérique ou à l'espace à la fois réel et virtuel. Nous cherchons à travers cette grille à traiter des données qui vont nous permettre d'analyser les différentes situations de conception collaborative. La visée de cette analyse est d'établir avec précision des liens entre l'environnement spatial et l'échange entre les collaborateurs.

6. Bibliographie

- Bakeman, R. & Quera, V. (2011). Coding schemes and observational measurement. Sequential analysis and observational methods for the behavioral sciences (pp. 13-25). Cambridge University Press.
- Ben Rajeb S. & Leclercq P (2013). Collaborations distantes synchrones dans les pratiques de conception, *International Journal of Design Sciences and Technology*, EuropIA production, ISSN 1630-7267.
- Ben Rajeb S. & Leclercq P (2015). Instrumented analysis method for collaboration activities. *The Fifth International Conference on Advanced Collaborative Networks, Systems and Applications*.
- Carroll, J. M., Neale, D. C., Isenhour, P. L., Rosson, M. B., & McCrickard, D. S. (2003). Notification and awareness : synchronizing task-oriented collaborative activity. *Int. Journal Of Human-Computer Studies*, 58, 605-632.

- Darses, F., Détienne, F. & Visser, W. (2001). Assister la conception : perspectives pour la psychologie cognitive ergonomique, Journées d'étude en psychologie ergonomique, EPIQUE, Nantes.
- Defays, A. (2015). Influence des communications multimodales sur le processus de grounding. Proposition d'une méthodologie d'analyse, appliquée dans le domaine de la conception architecturale. Thèse de doctorat en Sciences Psychologiques, Université de liege.
- Détienne, F., Baker, M. & Visser, W. (2009). La co-conception du point de vue cognitif et interactif. Méthodologies d'analyse de situations coopératives de conception : *Corpus MOSAIC*. France:Presses Universitaires de Nancy.
- Détienne, F., Boujut, J.-F., & Hohmann, B. (2004). Characterization of collaborative design and interaction management activities in a distant engineering design situation. Paper presented at the COOP 2004 - *Cooperative systems design: scenario-based design of collaborative systems*.
- Feki A & Ben Rajeb, S. (2014). Adaptabilité d'une situation de conception collaborative dans un espace augmenté Conception et réutilisation, *01Design.9*
- Feki A & Ben Rajeb, S. (2015). Adaptability of collaborative design within an augmented space, *International Journal of Design Sciences and Technology*, 20:2 125-140.
- Fischer, & Fousse, C. (2002) Espaces de travail et communication – Une lecture psychosociale, Communication et organisation (en ligne M&J 27/3/12).
- Fischer, GN. (1989) *Psychologie des espaces de travail*, Paris : Armand Colin.
- Hall, E.T. (1973), *Le langage silencieux*, Paris, Marne.
- Hebert, A.-M. (2008). Vers une méthode d'évaluation de la qualité de la collaboration en conception assistée par des technologies d'information et de communication. Unpublished Master Thesis, Université Paris Descartes.
- Mayeur, A., Darses, F., Lecourtois, C., Guena, F., Ben Rajeb, S., Safin, S. & Leclercq, P. (2011). Projet CoCreA - Rapport final (pp. 1–28).
- 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.
- Schiaratura, L.T, (2013). Analyse et interprétation psychologiques des comportements corporels en situation de communication interpersonnelle, *Methodos* [En ligne], 13 | 2013, mis en ligne le 17 avril 2013.
- Tajariol, F. (2006). Les effets des indices non-verbaux sur les activités de communication à distance. Deux études expérimentales sur le dialogue tutoriel. PhD Thesis, Université Joseph Fourier, Grenoble.
- Visser, W. (2010). L'utilisation du geste dans des réunions de conception architecturale. *DRS 2010, Design & Complexity*, Montréal, Canada.