

# Les défis de la conception pour les murs d'écrans interactifs

The Challenges of Designing for Large Interactive Displays

LOU SCHWARTZ, VALÉRIE MAQUIL, and MOHAMMAD GHONIEM, Luxembourg Institute of Science and Technology (LIST), Luxembourg

Interactive wall displays are increasingly used in various fields. Their configuration varies in terms of size, orientation, visualisation technology, display, interaction means, application area and location. Such diversity makes the design for wall displays very challenging. To better understand the challenges related to the design for wall displays, we ran a focus group with researchers involved in the design of applications and interaction techniques for wall displays. In this paper we present the most important challenges organized in nine different categories.

CCS Concepts: • **Human-centered computing** → **Interaction design; Touch screens; Displays and imagers.**

Additional Key Words and Phrases: Large interactive displays, design, focus group, large high-resolution displays

Les murs d'écrans interactifs à très haute résolution (MEI) sont de plus en plus utilisés dans différents domaines. Leurs configurations varient en termes de taille, orientation, technologie de visualisation, affichage, moyens d'interaction, domaines d'application et l'emplacement. Une telle diversité complique la conception d'applications pour les MEI. Pour mieux comprendre les défis liés à la conception pour les MEI, nous avons organisé un groupe de discussion avec des chercheurs travaillant sur la conception d'applications et d'interactions pour des MEI. Dans cet article, nous structurons les défis les plus importants en neuf catégories différentes.

Mots-clés additionnels : Murs d'écrans interactifs, conception, groupe de discussion, grands écrans à haute résolution

## Reference:

Lou Schwartz, Valérie Maquil, and Mohammad Ghoniem. 2023. Les défis de la conception pour les murs d'écrans interactifs. IHM '23, April 3-6, Troyes, France This is the author's version of the work. It is posted here for your personal use. Not for redistribution. The definitive version of record was published in IHM '23 Adjunct: Adjunct Proceedings of the 34th Conference on l'Interaction Humain-Machine.

ISBN 979-8-4007-0066-8

## 1 INTRODUCTION

Les murs d'écrans interactifs (MEI) sont de plus en plus utilisés dans l'espace public, comme pour l'affichage d'informations, la recherche d'informations contextuelles, le divertissement ou à visée artistique [8]. Ils sont aussi utilisés dans la recherche scientifique [2, 4, 7, 9, 11, 13–15, 17, 19, 20, 22]. Selon Chen et al., les MEI améliorent les performances et la satisfaction des utilisateurs pour des tâches telles que la conception de modèles, l'analyse et l'exploration de données visuelles. Ils favorisent la conscience partagée et la communication au sein des groupes [6]. Mais ces nouveaux moyens de visualisation, de collaboration et d'interaction diffèrent des applications de bureau et pour smartphones [10], de par leur taille, leur résolution, la collaboration qu'ils favorisent, les interactions dites «naturelles» utilisées (tactile et gestuelle principalement) [1]. Les MEI varient en termes de configuration (taille, orientation, technologie de visualisation, configuration de l'affichage et moyens d'interaction), d'objectif d'application (productivité, divertissement, interaction sociale, jeux et publicité) et de lieu (ville, bureau, université/école, conférence, tiers lieu et site culturel) [1].

## 2 LES DÉFIS DE LA CONCEPTION D'APPLICATIONS POUR LES MEI DANS LA LITTÉRATURE

Lischke et al. ont interrogé quatre praticiens sur leurs difficultés en matière de conception pour des MEI [10]. Ils ont identifié huit défis : **le prototypage et l'évaluation, les méthodes de saisie, l'utilisation par une personne ou un groupe, la durée d'interaction, le contenu affiché, la taille et la résolution, des défis techniques et la recherche d'informations visuelles**. Cette étude se centre sur des concepteurs d'applications de consultation d'information pour des MEI publics avec des durées d'utilisation courtes et un besoin d'attirer l'attention des passants non spécialisés.

Dans leur revue de littérature, Belkacem et al. [3] mettent en exergue quatre caractéristiques des MEI qui sont autant de défis et d'opportunités pour le concepteur de solutions de visualisation pour MEI : plus de pixels, plus d'espace, plus d'utilisateurs et plus de dispositifs. Dans le cadre d'un travail exploratoire sur la combinaison de la réalité augmentée avec les grands écrans interactifs, Reipschläger et al. définissent des défis spécifiques à la visualisation de données sur ces derniers [16]. Ils mentionnent notamment les problèmes de perception, la gestion de la densité et de la complexité, et le support pour plusieurs utilisateurs.

Nous prolongeons ci-dessous la réflexion sur les défis propres à la conception d'applications pour MEI.

## 3 MÉTHODE

L'objectif est d'identifier **les défis de la conception d'applications pour des MEI en se concentrant sur des applications collaboratives de résolution de problèmes, de prise de décisions et de visualisation de données complexes**. Pour ce faire, nous avons organisé un groupe de discussion de deux heures avec neuf concepteurs et chercheurs travaillant sur la conception d'applications et d'interactions pour des MEI. Un participant commençait à concevoir sa première application pour MEI, les autres en avaient conçu entre une et trois, dont la moitié avait déjà été testée par des utilisateurs.

Parmi les applications conçues par les participants, quatre sur sept sont des systèmes d'aide à la décision collaborative, dont une avec visualisation de données complexes. L'une des applications est destinée à un jeune public dans un musée scientifique. Une autre étudie la prise de décision de traverser la rue en fonction du trafic automobile. La dernière permet la visualisation des données d'un modèle de bâtiment selon plusieurs vues. Deux de ces applications sont conçues pour permettre une collaboration en présence mixte (colocalisée et à distance). Les domaines ciblés sont la 4D en architecture, la logistique en temps de crise, l'ingénierie, les communautés énergétiques, les véhicules autonomes et la dissémination scientifique. Les applications sont utilisées principalement sur des MEI verticaux : un mur de visualisation composé d'une grille de 2 × 12 écrans, de 7 m de largeur et 2 m de hauteur, d'une résolution de 13152x3872 pixels et un mur concave composé de 12 écrans verticaux de 75" formant un affichage à 360° de 2 m de haut, 3,6 m de diamètre et d'une résolution de 25920x3840 pixels. Certaines de ces applications sont complétées par des interactions sur une table interactive. La plupart des applications sont conçues pour être utilisées par un groupe de quatre personnes minimum avec des profils d'expertise différents. Les interactions sont tactiles et parfois complétées par un contrôleur (HTC Vive).

La session a commencé par un tour de table afin que tous les participants présentent les applications sur lesquelles ils/elles ont travaillé. Un brainstorming a suivi avec la question : «**Quels défis rencontrez-vous dans la conception d'applications pour les MEI?**». Afin d'animer la discussion, nous avons fusionné les catégories des défis de conception d'applications pour les MEI proposés par Lischke et Belkacem [3, 10], en huit dimensions :

- **Plus d'interactions** : utilisation d'interactions dites «naturelles» (tactile, geste, position du corps, vocal, etc.) avec combinaison de plusieurs méthodes utilisées en même temps ou séquentiellement par un ou plusieurs utilisateurs.

- **Plus d'utilisateurs** : rassembler plusieurs utilisateurs de domaines d'expertise différents afin de confronter leurs points de vue et connaissances, favoriser les échanges entre utilisateurs, gérer les occultations, tracer les utilisateurs, identifier l'auteur d'une interaction, gérer des espaces de travail personnels et commun(s).
- **Plus d'espace** : gérer la distance et les angles de vue différents des utilisateurs autour du MEI, utiliser la navigation physique, accéder aux données et éléments d'interface nécessaires sans déplacement.
- **Durée d'utilisation** : pour les interactions courtes capter l'attention du public et faciliter les interactions pour un public non expert et non formé, pour les interactions longues gérer entre autres la fatigue physique.
- **Plus de contenu complexe** : utilisation de l'espace sur le MEI et de la résolution pour afficher plus de contenu et du contenu plus complexe, utiliser plusieurs formats de contenu, supporter la visualisation et l'exploration de grandes bases de données. Organisation différente des écrans (par rapport à une application PC ou smartphone) afin de réduire la navigation entre plusieurs écrans et favoriser la concomitance d'une vue générale et de détails.
- **Assister les concepteurs** : proposer des méthodes, outils, recommandations, bonnes pratiques et processus standardisés pour la conception et l'évaluation.
- **Plus de dispositifs** : gérer l'interconnexion entre plusieurs dispositifs, notamment la fréquence d'image, la continuité visuelle et tout autre problème technique pouvant en découler.
- **Plus de pixels** : une puissance de calcul et graphique, une structure de données et des algorithmes adaptés.

En conformité avec les dispositions de la loi RGPD et avec l'accord des participants et du comité d'éthique interne, nous avons enregistré la voix des participants afin de la transcrire. Le contenu de la session a été analysé afin de relever les éléments les plus intéressants par rapport aux catégories proposées ci-dessus. Les doublons ont été éliminés. La session a été réalisée en anglais. Dans un souci de lisibilité, les verbatims ont été traduits en français.

## 4 RÉSULTATS : DÉFIS IDENTIFIÉS

Les défis identifiés sont présentés selon les catégories présentées ci-dessus dans un souci de lisibilité.

### 4.1 Plus d'interactions

La **combinaison de plusieurs modes d'interaction** est une question complexe ainsi que le choix de la modalité la plus adaptée pour l'application mais également pour la configuration du MEI. Il est parfois nécessaire de combiner différentes modalités parce qu'elles permettent des actions différentes ou sont plus ou moins faciles à utiliser en fonction de la proximité du MEI. I3 «*Les participants n'ont pas vraiment utilisé le contrôleur [Vive proposé en plus des interactions tactiles] : ils ne savaient pas comment l'utiliser et lors des entretiens, ils ont dit être assez proches pour ne pas en avoir besoin.*» - I6 «*Il y a aussi des différences entre ce que permet chaque modalité. Il faut alors prendre en compte à quelle distance ils se trouvent, le type et à la taille du contenu, etc.*»

Un **compromis est nécessaire entre l'aspect naturel des interactions (en utilisant le moins d'équipement possible) et la robustesse du système** qui doit gérer les occultations, la continuité des interactions et les différentes positions des utilisateurs. De plus, depuis la pandémie, des personnes sont peu enclines à partager des équipements. I6 «*S'agit-il d'une interaction locale ou globale ? Par exemple, pour une carte, si vous faites un zoom, c'est pour toute la carte. Mais si vous êtes proche et que vous regardez quelque chose, vous pouvez vouloir zoomer seulement pour vous ou seulement une partie de la carte.*» - I2 «*Il y a plusieurs personnes et cela génère des occultations.*» - I8 «*Si vous voulez que ce soit naturel, vous ne pouvez pas utiliser des équipements supplémentaires, comme des gants. Mais alors il y a des problèmes de précision et d'obstruction.*» - I6 «*Nous avons demandé aux gens de porter des casques audio et c'était un problème pendant le Covid.*»

La **modification** des données, textes et modèles directement sur le MEI ne sont pas aisés, en particulier la saisie de texte long sans clavier physique. De plus, la saisie d'un texte sensible tel qu'un mot de passe sur un clavier partagé affiché à l'écran n'est pas compatible avec le besoin de confidentialité. *I7 «Nous avons décidé de ne pas permettre de modifier car s'était trop complexe.» I9 «Il n'est pas naturel de saisir du texte avec le tactile.»*

**Certaines interactions sont spécifiques à un rôle.** Plus de rôles sont définis, plus il peut être nécessaire d'avoir des interactions spécifiques. Il peut aussi être nécessaire d'**identifier l'auteur de l'action**, ce qui reste complexe. *I2 «Plus il y a d'utilisateurs, plus il y a des rôles différents et plus il y a des types d'interactions différents à prendre en compte.» - I7 «Nous voulions identifier la personne qui modifiait l'information qui annotait, mais c'était trop complexe.»*

#### 4.2 Plus d'utilisateurs

Les participants ont observé que l'utilisation d'un MEI lors d'une session collaborative de prise de décision **favorise la participation active** par rapport à une session avec les mêmes informations affichées via un vidéoprojecteur. *I6 «Les utilisateurs participent plus activement à la discussion que dans lors d'une réunion avec un projecteur.»*

Comme discuté dans la section 4.1, la présence de plusieurs utilisateurs génère des **occultations**, autant pour le système que pour les utilisateurs eux-mêmes. Il est parfois **socialement difficile** de demander aux autres utilisateurs de s'écarter, par exemple, pour consulter les informations affichées. La gestion d'**interactions concurrentes** est aussi un sujet soulevé. Et la question de proposer des **interactions collaboratives** pour une tâche comme le glisser-déposer d'un objet par des personnes situées à chaque extrémité du MEI reste ouverte. *I6 «Par exemple, si vous commencez à dessiner à une extrémité de l'écran et au même moment quelqu'un d'autre touche l'écran, vous allez être interrompu.»*

L'espace autour du MEI est important puisqu'il conditionne le nombre d'utilisateurs pouvant participer confortablement à une session. Mais la gestion de grands groupes (plus de 10 personnes) reste difficile. Outre le fait qu'un plus grand groupe génère plus d'occultations et des difficultés d'interaction, la question se pose **si toutes les personnes présentes doivent participer activement**.

Le processus décisionnel collaboratif demande de **réunir différentes personnes ayant des domaines ou des niveaux d'expertise différents**. Les experts ont souvent besoin d'informations et de format de visualisation différents et ne sont peut-être intéressés que par une partie de la discussion. Ces différents profils ont parfois besoin d'un accès à des informations complémentaires, qui, parfois, ne doivent pas être partagées. Ils ont besoin de manipuler certaines informations en parallèle ou d'intervenir de manière séquentielle. Lorsque des espaces personnels sont disponibles, la question se pose de la nécessité de validation du partage dans l'espace commun par la personne partageant, mais aussi, par le reste du groupe. Comme pour tous systèmes, il peut être intéressant de permettre plusieurs niveaux d'interaction correspondant aux différents rôles. *I7 «J'ai mes informations spécifiques, je réfléchis au problème de mon point de vue et je reviens ensuite au sujet principal avec tous.» - I6 «Il existe un continuum de collaboration qui va de rien à la collaboration.» - I4 «Deux groupes peuvent interagir dans leur espace personnel puis ils valident pour partager leur solution dans l'espace commun.»*

En fonction de la nature de la réunion, la **dynamique sociale** change, par exemple, ce peut être une réunion totalement collaborative (tous les participants ont le même droit de modification) ou avec un maître de cérémonie. En l'absence d'un facilitateur, des fonctionnalités pourraient aider à la bonne dynamique de la session.

Plusieurs problèmes concernant la **collaboration en présence mixte** ont été soulevés, c'est-à-dire avec des utilisateurs colocalisés et distants. Notamment, toutes les informations doivent-elles être partagées ou seulement une partie. Les participants à distance utilisent sans doute des équipements hétérogènes. Dans ce cas, le partage d'écran sur une résolution et une taille largement inférieures rendent la lecture compliquée. Il est donc indispensable de sélectionner

les vues à partager. Mais, il est compliqué de suivre une discussion à distance avec une vue partielle des informations et sans le contexte des interactions réalisées à distance. Les participants ont relevé que souvent les utilisateurs distants sont peu sollicités, voir oubliés. *I6 «La difficulté pour les utilisateurs [distant] de suivre réellement la discussion car ils ne voient pas les interactions de l'utilisateur [local] avec les éléments qui sont affichés sur le mur. Il leur manque donc beaucoup de contexte pour comprendre la discussion.» - I3 «Il manque des aides à la collaboration.»*

### 4.3 Plus d'espace

L'espace accru autour du MEI permet de gérer de plus grands groupes comme discuté dans la section 4.2. Mais la **taille de la salle** doit être proportionnelle à la taille du MEI utilisé et à la taille du groupe visé. Ceci a également un impact sur le recul nécessaire aux participants pour avoir une vue d'ensemble de toute la surface de l'écran. *I8 «Si vous avez un écran plus grand, il faut plus profondeur pour tout voir.»*

Cet espace accru impose plus de déplacements et une position debout, ce qui peut générer une **fatigue physique**, surtout si plusieurs dispositifs sont utilisés et sont trop éloignés. Lors de longues sessions (plus de 30 minutes), il a été observé que les utilisateurs demandent la possibilité de se reposer (mobiliers d'assise, tables). Cependant, ce mobilier peut gêner les déplacements et les interactions et être contre-productif, puisque la position debout active favorise le processus cognitif, améliore la concentration et améliore la vision périphérique [5, 18].

L'**éclairage** joue également un rôle important : trop de lumière ou une mauvaise gestion des sources lumineuses génère des reflets sur les écrans. Mais l'absence d'éclairage occasionne un contraste trop important avec l'écran et génère des fatigues oculaires. *I2 «Un groupe a éteint la lumière de la pièce alors qu'il faisait nuit et l'écran était trop lumineux, ils ont préféré rallumer.»*

Avec la possibilité de se déplacer, l'information doit être visible de n'importe quelle position et avec des angles de vue différents. Lorsque le MEI n'est pas plat (concave ou convexe par exemple), les utilisateurs **ne voient pas forcément les conséquences de leurs actions**. *I2 «C'est tellement incurvé, que si vous vous tenez d'un côté et que quelque chose change de l'autre côté, donc derrière vous, on ne le voit pas.»*

### 4.4 Durée d'utilisation

Les sessions de prise de décision et résolution de problème collaborative ainsi que de visualisation de grands jeux de données complexes ont une **durée importante** (plus de 30 min et jusqu'à 4 heures). L'interruption, la sauvegarde et le rechargement d'une session ont été évoqués. La question se pose également de permettre le **travail séquentiel de plusieurs groupes d'utilisateurs** avec des profils différents lors de plusieurs sessions. *I6 «Pour les longues sessions de travail, il doit être possible d'interrompre le travail et d'y revenir plus tard.»*

### 4.5 Plus de contenu complexe

La question principale soulevée par les participants est la difficulté de **définir les informations nécessaires et leur mode de visualisation**, pour proposer le bon niveau d'information pour toutes les personnes présentes et des visualisations adaptées à leurs habitudes de travail. Pour aider à la visualisation de la bonne information au bon moment, un accent peut être mis sur les informations principales ou importantes. La question de la nature de cet accent, de sa temporalité et de ses destinataires reste entière. *I7 «Le problème n'est pas la quantité de données, c'est le type de données. Les gens du terrain ont l'habitude de manipuler ces données complexes, ce qui n'est pas le cas de tout le monde.»*

Les **informations peuvent être regroupées dans différentes zones en fonction de leur impact** : informations principales et secondaires ou détaillées. Mais comment définir à quelle catégorie appartient une information ? De plus, la modification de données fortement liées, peut avoir un impact sur plusieurs éléments de l'interface et ne pas être vu.

Les échanges entre les utilisateurs peut nécessiter la **modification de l'organisation des données**. Dans ce cas, l'agencement initial doit-il être décidé lors de la conception ou lors d'une phase de préparation de la réunion par un utilisateur ? I7 «*Nous permettons à l'utilisateur de définir les relations entre les éléments et les positions des fenêtres dans notre application.*»

Dans une application d'exploration de grands ensembles de données ou de prise de décision **une information peut être montrée plusieurs fois mais sous différentes formes**. Dans ce cas, sa modification dans une vue doit-elle nécessairement impacter sa modification dans les autres vues ? Voir, est-il adéquat de permettre une modification ? I7 «*Il n'était pas très intéressant de prendre du temps pour modifier le modèle parce que lorsque vous le modifiez, il y a un impact sur d'autres composants du modèle : une modification induit beaucoup d'autres problèmes ou modifications.*»

Enfin, quel est l'impact de l'utilisation d'une telle quantité de données complexes sur la **charge mentale des utilisateurs** ?

#### 4.6 Plus de dispositifs

Les MEI sont souvent composés de plusieurs écrans ou complétés par d'autres dispositifs : écran supplémentaire, table interactive, appareils personnels. Il est nécessaire de **spécifier l'utilisation de chaque dispositif** : ajouter un moyen d'interaction ou un deuxième écran pour, par exemple, avoir une vue détaillée sur une partie de l'information ou un espace personnel. Mais, un plus grand nombre de dispositifs peut **diviser l'attention**. Des recommandations seraient nécessaires sur la bonne utilisation de chaque type d'écran en fonction d'un contexte, ainsi que sur potentiellement une bonne utilisation de plusieurs dispositifs séquentiellement en fonction de la sous-tâche de collaboration (par exemple explorer, discuter, comparer, annoter, valider une décision). I6 «*Si vous devez regarder votre téléphone et ensuite regarder le mur d'écrans, alors vous perdez un peu le fil.*» - I2 «*Tous les participants doivent-ils suivre la discussion principale ? Peut-être qu'ils ne connaissent pas le sujet discuté à ce moment, ce n'est donc pas important s'ils regardent autre chose.*»

La question se pose de la **répartition des différentes informations sur les dispositifs disponibles**. Il peut être intéressant, voir utile, de répliquer une information sur plusieurs écrans. La question a été soulevée de savoir si la répartition des informations doit être définie lors de la conception ou si elle doit être laissée libre pour les utilisateurs. I7 «*Le point problématique était de concevoir l'interaction entre la table et l'écran : quelles informations doivent être affichées où ? Notamment lorsqu'il y avait des annotations faites sur la table.*» - I6 «*Vous devez offrir la flexibilité d'adapter l'interface dans certains scénarios.*»

L'information étant répartie sur plusieurs dispositifs, il est d'autant plus important de fournir une **aide visuelle pour comprendre les impacts d'une modification sur les autres données/écrans**. Il devrait être possible de **partager des informations d'un dispositif à un autre**, surtout entre les dispositifs gérant des espaces privés et ceux gérant l'espace commun. I7 «*On a aussi la difficulté, quand on fait quelque chose sur la table, d'être sûr qu'il y a un impact sur l'écran.*» - I2 «*Les participants ne savaient pas que les écrans étaient connectés donc soit ils ont été surpris que l'autre écran change, soit ils n'ont pas vérifié si l'écran changeait, soit ils n'étaient pas sûrs si l'écran pouvait changer.*»

Quand plusieurs dispositifs sont utilisés, des difficultés apparaissent pour savoir **de quelle information ou écran parlent les autres personnes**. Puisque, même si des données sont répliquées sur plusieurs dispositifs, elles n'auront pas forcément la même place, la même taille ou le même format.

Enfin, la **discontinuité d'un MEI composé de plusieurs écrans** soulève plusieurs questions. Doit-on se baser sur la théorie de la Gestalt et le principe de fermeture ou «closure» qui prévoit une auto-complétion automatique par les utilisateurs [21]? Ou doit-on s'assurer que tout le contenu soit visible à l'écran. La réponse est sûrement en rapport avec la nature de l'information (par exemple un texte ou des nombres peuvent être difficilement complétés), mais aussi de l'importance de l'information (par exemple si le point d'intérêt sur une carte est dans la partie masquée) et des possibilités d'interaction (par exemple, la carte peut-elle être déplacée pour que le point d'intérêt soit visible?).

#### 4.7 Plus de pixels

Nous avons noté que le nom de cette catégorie n'est pas clair pour les participants. Ils ont préféré utiliser l'expression «espace sur l'écran» ou «agencement». Nous avons décidé de regrouper dans cette catégorie tout ce qui a trait à ce qui est affiché sur l'écran et qui n'appartient pas aux autres catégories.

La grande taille du mur d'écrans plat utilisé a posé plusieurs problèmes. Les **zones aux extrémités (trop hautes ou trop basses) sont difficilement atteignables** et demande un effort physique supplémentaire. L'information doit être visible sans exiger une position corporelle inconfortable. Par exemple, les informations affichées trop bas sont difficilement visibles à proximité de l'écran. Les informations les plus importantes ou utiles devraient être placées à hauteur du regard. Il est nécessaire de définir les zones de confort et les zones accessibles ou utiles pour chaque équipement afin de faciliter la conception des applications [12]. *I7 «Nous avons utilisé le logiciel [d'un partenaire], et leurs boutons étaient parfois trop en haut, parfois trop bas. Du point de vue physique, c'était difficile.» - I3 «Un participant à côté de l'écran n'a pas vu les informations affichées à hauteur de genoux.»*

Des questions se posent sur l'**agencement**. Doit-on utiliser des fenêtres flottantes ou une mosaïque. La mosaïque permet d'utiliser la totalité de l'espace du MEI, d'éviter les chevauchements et de donner une organisation aux informations affichées. Tandis que les fenêtres flottantes permettent aux utilisateurs de modifier la disposition en fonction des besoins au cours de la conversation. *I7 «[Dans notre application utilisant des fenêtres flottantes], les utilisateurs changent tout le temps l'emplacement des fenêtres. Mais c'est une [métaphore] familière dans leur domaine.»* Plusieurs approches ont été utilisées pour l'agencement des informations. Certains ont utilisé le sens de lecture (pour le MEI concave principalement) tandis que d'autres ont positionné les informations les plus importantes au centre (principalement sur le mur d'écrans) comme une métaphore de la zone de vision centrale et de la vision périphérique. Existe-il un meilleur agencement ou un agencement plus adapté en fonction des caractéristiques du MEI?

#### 4.8 Assister les concepteurs

Les participants à ce groupe de discussion ont insisté sur le **manque de recommandations pour la conception** d'applications pour les MEI. Il manque des **outils de maquettage adaptés**. Il est difficile d'avoir une impression de grandeur et d'atteindre la même résolution sur des écrans d'ordinateurs. *I2 «Vous ne pouvez pas faire une simple maquette, par exemple sur une diapositive, et la montrer parce que cela ne donne pas la même impression.» - I6 «En tant que designer, les outils de conception dont nous disposons, comme les outils de sketching et autres, ne donnent pas l'impression exacte que nous obtiendrons sur un mur d'écrans.»*

Il est parfois difficile d'avoir **accès aux données réelles** durant les tests de l'application. L'**enregistrement de l'écran** lui-même pose problème au regard de la taille et de la résolution. Il existe peu d'outils le permettant. De plus, pour visualiser la vidéo enregistrée il est nécessaire d'avoir un équipement équivalent ou proche. Le fait de gérer plusieurs profils d'utilisateurs experts complexifie le **recrutement des utilisateurs ayant des profils très spécifiques** et souvent ayant peu de temps pour participer à de telles expériences. *I6 «En fait, trouver un logiciel qui*

*capture cette résolution n'était pas évident. Et quand vous arrivez à enregistrer quelque chose, si vous voulez le rejouer, alors vous devez probablement le rejouer sur le mur, parce que si vous le rejouez sur votre ordinateur, il [sera certainement pas visible/utilisable].»*

Enfin, il est parfois difficile d'avoir **accès (salle non disponible ou éloignée, équipement pas encore installé) au MEI** pour tester sa maquette. I6 «*L'accès à l'infrastructure pour les tests n'a pas été facile.*»

#### 4.9 Autres

Plusieurs remarques concernant la **compatibilité** ont été soulevées. Il n'existe pas de standard en termes de taille, résolution, position, disposition ou nombres d'écrans composant le MEI. Il est parfois nécessaire d'utiliser des logiciels existants pour naviguer dans certains modèles ou afficher certaines données. Or, ces logiciels n'ont pas été conçus pour s'adapter à des MEI ou même gérer les interactions naturelles.

Dans le cas d'un grand groupe ou de profils très différents, il peut être utile de définir un **flux de travail** avec plusieurs tâches qui seront réalisées à tour de rôle par les personnes compétentes. La gestion de plusieurs tâches est un défi sur les MEI puisqu'elle peut demander l'affichage d'écrans totalement différents. Quand plusieurs actions sont attendues, faisant appel à différentes informations, comment le flux de travail doit-il être organisé ou facilité? Est-ce qu'une tâche est attachée à un écran, ou est-ce que toutes les informations sont affichées sur un seul écran et les informations relatives à la tâche sont mises en évidence? I3 «*Où devons-nous placer la consigne de la tâche? Il est important pour un contenu complexe de rendre clair où est quoi et quand lire quelle information.*»

Les tests réalisés sur les applications conçues par les participants n'ont pas impliqué de public spécifique (enfants, personnes âgées ou avec un handicap). Mais les questions de hauteur minimum et maximum, confort et déplacements dans l'espace seront sûrement à spécifier pour ces publics via une réflexion autour de l'**accessibilité** des MEI.

## 5 CONCLUSION

Il a été fait mention plusieurs fois d'un manque de recommandations ou de bonnes pratiques pour aider au bon choix lors de la conception d'applications pour les MEI selon plusieurs dimensions : **plus d'interactions, plus d'utilisateurs, plus d'espace (autour), la durée d'utilisation, plus de contenu complexe, plus de dispositifs, plus d'espace sur l'écran, assister les concepteurs et autres**. Les différents défis identifiés ci-dessus font état des difficultés actuelles. Les catégories de défis utilisées semblent pertinentes pour aider à lister les problèmes rencontrés. La catégorie «plus de pixels» est renommée en «plus d'espace sur l'écran» et une catégorie «autres» a fait son apparition.

Nous pouvons observer que certains défis identifiés sont dus aux scénarios d'utilisation, particulièrement à la collaboration, la collaboration à distance ou mixte, la prise de décision et l'exploration de larges ensembles de données complexes. De plus, l'utilisation d'interactions dites naturelles pose beaucoup de questions, lesquelles sont susceptibles de trouver des éléments de réponse dans les domaines de recherche concernés.

Ce groupe de discussion regroupait seulement 9 chercheurs qui travaillent depuis 5 ans maximum sur le sujet, principalement dans la conception d'applications collaboratives d'aide à la prise de décision et à la visualisation de données. Il serait nécessaire de compléter les observations faites et les questions soulevées avec une enquête plus approfondie auprès d'autres concepteurs afin de compléter et de valider ces défis. Mais également, pour identifier les solutions proposées pour répondre à ces défis.

## REMERCIEMENTS

Nous remercions les participants à ce groupe de discussion.



## RÉFÉRENCES

- [1] Carmelo Ardito, Paolo Buono, Maria Francesca Costabile, and Giuseppe Desolda. 2015. Interaction with Large Displays : A Survey. *ACM Comput. Surv.* 47, 3, Article 46 (feb 2015), 38 pages. <https://doi.org/10.1145/2682623>
- [2] Michel Beaudouin-Lafon, Stephane Huot, Mathieu Nancel, Wendy Mackay, Emmanuel Pietriga, Romain Primet, Julie Wagner, Olivier Chapuis, Clement Pillias, James Eagan, Tony Gjerlufsen, and Clemens Klokose. 2012. Multisurface Interaction in the WILD Room. *Computer* 45, 4 (2012), 48–56. <https://doi.org/10.1109/MC.2012.110>
- [3] Ilyasse Belkacem, Christian Tominski, Nicolas Médoc, Søren Knudsen, Raimund Dachselt, and Mohammad Ghoniem. 2022. Interactive Visualization on Large High-Resolution Displays : A Survey. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2212.04346>
- [4] W. Buxton, G. Fitzmaurice, R. Balakrishnan, and G. Kurtenbach. 2000. Large displays in automotive design. *IEEE Computer Graphics and Applications* 20, 4 (2000), 68–75. <https://doi.org/10.1109/38.851753>
- [5] Liyu Cao and Barbara Händel. 2019. Walking enhances peripheral visual processing in humans. *PLOS Biology* 17, 10 (10 2019), 1–23. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000511>
- [6] Lei Chen, Hai-Ning Liang, Jialin Wang, Yuanqing Qu, and Yong Yue. 2021. On the Use of Large Interactive Displays to Support Collaborative Engagement and Visual Exploratory Tasks. *Sensors* 21, 24 (2021), 8403. <https://doi.org/10.3390/s21248403>
- [7] Vishal Doshi, Sneha Tuteja, Krishna Bharadwaj, Davide Tantillo, Thomas Marrinan, James Patton, and G. Elisabeta Marai. 2017. StickySchedule : An Interactive Multi-User Application for Conference Scheduling on Large-Scale Shared Displays. In *Proceedings of the 6th ACM International Symposium on Pervasive Displays (Lugano, Switzerland) (PerDis '17)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 2, 7 pages. <https://doi.org/10.1145/3078810.3078817>
- [8] Matthias Finke, Anthony Tang, Rock Leung, and Michael Blackstock. 2008. Lessons Learned : Game Design for Large Public Displays. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Digital Interactive Media in Entertainment and Arts (Athens, Greece) (DIMEA '08)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 26–33. <https://doi.org/10.1145/1413634.1413644>
- [9] Sylvain Kubicki, Annie Guerriero, Lou Schwartz, Elie Daher, and Bryan Idris. 2019. Assessment of synchronous interactive devices for BIM project coordination : Prospective ergonomics approach. *Automation in Construction* 101 (2019), 160–178. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.12.009>
- [10] Lars Lischke, Lena Janietz, Anna Beham, Hartmut Bohnacker, Ulrich Schendzielorz, Albrecht Schmidt, and Pawel W. Woźniak. 2020. Challenges in Designing Interfaces for Large Displays : The Practitioners' Point of View. In *Proceedings of the 11th Nordic Conference on Human-Computer Interaction : Shaping Experiences, Shaping Society (Tallinn, Estonia) (NordiCHI '20)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 92, 6 pages. <https://doi.org/10.1145/3419249.3421240>
- [11] Can Liu, Olivier Chapuis, Michel Beaudouin-Lafon, and Eric Lecolinet. 2016. Shared Interaction on a Wall-Sized Display in a Data Manipulation Task. In *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (San Jose, California, USA) (CHI '16)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2075–2086. <https://doi.org/10.1145/2858036.2858039>
- [12] Mathieu Pecchioli, Emmanuel Dubois, Pourang Irani, and Marcos Serrano. 2019. Investigating screen reachability on an articulated dual-display smartphone. In *IFIP Conference on Human-Computer Interaction*. Springer, Paphos, Cyprus, 476–485. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-29387-1\\_27](https://doi.org/10.1007/978-3-030-29387-1_27)
- [13] Arnaud Prouzeau, Anastasia Bezerianos, and Olivier Chapuis. 2016. Towards Road Traffic Management with Forecasting on Wall Displays. In *Proceedings of the 2016 ACM International Conference on Interactive Surfaces and Spaces (Niagara Falls, Ontario, Canada) (ISS '16)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 119–128. <https://doi.org/10.1145/2992154.2992158>
- [14] Fateme Rajabiyazdi, Jagoda Walny, Carrie Mah, John Brosz, and Sheelagh Carpendale. 2015. Understanding Researchers' Use of a Large, High-Resolution Display Across Disciplines. In *Proceedings of the 2015 International Conference on Interactive Tabletops & Surfaces (Madeira, Portugal) (ITS '15)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 107–116. <https://doi.org/10.1145/2817721.2817735>
- [15] Juliette Rambourg, Hélène Gaspard-Boulin, Stéphane Conversy, and Marc Garbey. 2018. Welcome OnBoard : An Interactive Large Surface Designed for Teamwork and Flexibility in Surgical Flow Management. In *Proceedings of the 2018 ACM International Conference on Interactive Surfaces and Spaces (Tokyo, Japan) (ISS '18)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 5–17. <https://doi.org/10.1145/3279778.3279804>
- [16] Patrick Reipschlager, Tamara Flemisch, and Raimund Dachselt. 2020. Personal augmented reality for information visualization on large interactive displays. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 27, 2 (2020), 1182–1192.
- [17] Jesper Simonsen, Helena Karasti, and Morten Hertzum. 2020. Infrastructuring and participatory design : Exploring infrastructural inversion as analytic, empirical and generative. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)* 29, 1 (2020), 115–151. <https://doi.org/10.1007/s10606-019-09365-w>
- [18] Kendra C Smith, Christopher C Davoli, William H Knapp, and Richard A Abrams. 2019. Standing enhances cognitive control and alters visual search. *Attention, Perception, & Psychophysics* 81, 7 (2019), 2320–2329. <https://doi.org/10.3758/s13414-019-01723-6>
- [19] Manu Mathew Thomas, Thomas Kannampallil, Joanna Abraham, and G. Elisabeta Marai. 2017. Echo : A large display interactive visualization of ICU data for effective care handoffs. In *2017 IEEE Workshop on Visual Analytics in Healthcare (VAHC)*. Phoenix, USA, 47–54. <https://doi.org/10.1109/VAHC.2017.8387500>
- [20] Johan Wall, Marco Bertoni, et al. 2020. The Decision Arena : A model-centric interactive workspace for Product-Service System design. *DS 101 : Proceedings of NordDesign 2020, Lyngby, Denmark, 12th-14th August 2020* (2020), 1–10. <https://doi.org/10.35199/NORDDDESIGN2020.37>
- [21] Max Wertheimer. 2017. Untersuchungen zur Lehre von der Gestalt. *Gestalt Theory* 39, 1 (2017), 79–89. <https://doi.org/10.1007/BF00410640>
- [22] Daniel Wigdor, Hao Jiang, Clifton Forlines, Michelle Borkin, and Chia Shen. 2009. WeSpace : The Design Development and Deployment of a Walk-up and Share Multi-Surface Visual Collaboration System. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*

(Boston, MA, USA) (*CHI '09*). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 1237–1246. <https://doi.org/10.1145/1518701.1518886>