

Projet ANR (2015-2018) “ Autour du plan 2D ”

Julien Castet, Florent Cabric, Adrien Chaffangeon Caillet, Dominique Cunin, Emmanuel Dubois, Elio Keddisseh, Yann Laurillau, Laurence Nigay, Michael Ortega, Gary Perelman, et al.

▶ **To cite this version:**

Julien Castet, Florent Cabric, Adrien Chaffangeon Caillet, Dominique Cunin, Emmanuel Dubois, et al.. Projet ANR (2015-2018) “ Autour du plan 2D ”. 1024 : Bulletin de la Société Informatique de France, 2022, 19, pp.99 - 108. 10.48556/sif.1024.19.99 . hal-03655986

HAL Id: hal-03655986
https://hal.science/hal-03655986

Submitted on 30 Apr 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L’archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d’enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Projet ANR (2015-2018) « Autour du plan 2D »

Julien Castet [1], Florent Cabric [2], Adrien Chaffangeon [3], Dominique Cunin [4], Emmanuel Dubois[2], Elio Keddisseh[2], Yann Laurillau[3], Laurence Nigay[3], Michael Ortega[3], Gary Perelman[2], Carole Plasson[3], Mathieu Raynal[2], Houssem Saidi[2], Marcos Serrano[2]

Introduction

Des situations industrielles à des situations grand public, les contenus numériques sont aujourd'hui au cœur d'une majorité des activités humaines. Les itérations nécessaires à la résolution des problématiques de conception industrielle sont accélérées par la simulation numérique. Les passants sont assistés dans les tâches quotidiennes par la diffusion d'informations géolocalisées (plan de musée, de campus ou de villes). Ces nouveaux usages s'accompagnent d'une mutation de l'activité humaine pour intégrer ces solutions numériques mais également d'une mutation du contenu numérique pour l'intégrer à l'environnement physique des utilisateurs. Ainsi une grande partie des applications actuelles font une place importante aux données 3D et la collaboration autour des contenus numériques (2D et 3D) prend donc une importance grandissante. Les acteurs sont amenés à échanger de l'information, annoter une information existante, co-construire une solution. L'émergence actuelle de ces environnements numériques est donc favorisée d'une part par la forte croissance

1. Immersion, julien.castet@immersion.fr.
2. Université de Toulouse - IRIT, prenom.nom@irit.fr.
3. Université Grenoble Alpes - LIG, prenom.nom@univ-grenoble-alpes.fr.
4. École superieure d'art et design Grenoble-Valence, dominique.cunin@esad-gv.fr.

DOI:10.48556/SIF.1024.19.99

des capacités de calcul et d'autre part par l'amélioration accrue des techniques de visualisation et d'interaction. Pour accompagner ces évolutions, de nouvelles modalités d'interaction en entrée et en sortie participent à une meilleure intégration de ces données dans nos quotidiens personnels ou professionnels.

Le projet « Autour du plan 2D » a visé à fournir des solutions cohérentes et génériques pour l'interaction avec ce nouvel environnement numérique. En effet, bien que les solutions logicielles de partage des données soient en pleine expansion, l'exploitation de ce nouvel écosystème souffre souvent de techniques d'interaction difficiles à utiliser en particulier pour la manipulation 3D grand public et d'un manque notable d'interopérabilité en termes d'interaction humain-machine. Le projet a été motivé par le constat que les différents écrans, surfaces d'interaction, données et utilisateurs sont déjà démultipliés dans plusieurs contextes d'usage aujourd'hui, mais peu de solutions permettent d'en tirer parti facilement et efficacement en favorisant les échanges d'informations ou d'expertises. L'interaction se limite souvent au dispositif local et ne dispose pas de solutions globales et intégrées pour l'accès, la manipulation ou encore l'annotation de ces données par des experts et non experts dans un environnement multi-surfaces (mobile, personnel, partagé). L'espace des possibilités d'interaction est très vaste, incluant l'interaction multi-surface, l'interaction 3D, l'interaction tactile et l'interaction collaborative.

Le projet « Autour du plan 2D » avait donc pour objectif de développer de nouvelles façons de visualiser, interagir et plus globalement collaborer autour de l'information numérique présentée sur une surface horizontale ou verticale. « Autour du plan 2D » a mené cette étude en considérant la situation d'interaction la plus courante dans de nombreux domaines applicatifs : un espace 3D sur une surface horizontale ou verticale dédié au référentiel commun des utilisateurs, le plan 2D, et des multiples espaces interactifs 2D/3D manipulés par les utilisateurs pour explorer et annoter le monde numérique associé au plan 2D. Le projet a abordé ces problématiques en considérant le besoin d'une interaction fluide des utilisateurs avec un environnement défini par un accroissement des données numériques et des dispositifs connectés. « Autour du plan 2D » a traité la problématique de recherche d'interaction multi-dispositifs, multimodale et collaborative, tout en visant l'intégration des technologies nécessaires aux échanges d'information et à la reconnaissance des différents dispositifs dans deux cas d'usage que sont la revue de projet architectural et la consultation publique de données 2D et 3D associées à un territoire (un campus).

Contributions conceptuelles du projet

Afin de bien cerner les problématiques d'interaction liées au projet, une partie de nos travaux a consisté à proposer des supports conceptuels permettant de décrire les différents environnements interactifs étudiés.

En premier lieu, les dispositifs physiques utilisés pour interagir dans des espaces d'interaction riches sont souvent issus de la composition matérielle de dispositifs déjà existants. Dans ce contexte, nous avons élaboré un espace de conception décrivant les différentes formes d'assemblages physiques de dispositifs interactifs, DECO (pour Device Composition) [12]. DECO focalise sur les aspects physiques de la composition de dispositifs et s'articule autour de deux axes : d'une part, l'arrangement physique, qui décrit comment les éléments sont combinés physiquement, et d'autre part, la manipulation physique, qui décrit comment l'utilisateur manipule le dispositif résultant. Afin de valider le pouvoir descriptif de cet espace, nous avons classé les dispositifs de l'état de l'art grâce à DECO. La souris hémisphérique Roly-Poly Mouse (RPM) [10, 11], utilisée dans ce projet est notamment issue d'un processus de conception centrée utilisateur en plusieurs itérations grâce à DECO.

Par ailleurs, nous avons étudié les applications utilisant plusieurs surfaces d'affichage et manipulées au moyen de plusieurs dispositifs. Dans ce contexte, la même action peut donc être exécutée de différentes manières, en utilisant différents dispositifs, selon plusieurs paradigmes d'interaction. Pour décrire ces différentes solutions, en incorporant le support d'affichage, l'information et la technique d'interaction, nous avons introduit le concept de trajectoire d'interaction comme moyen pour décrire l'interaction dans de tels environnements. L'objectif de ces travaux est de fournir un support à l'analyse des activités liées à l'utilisation d'applications multi-dispositifs. Nous avons complété cette notion par l'identification et l'expression de mesures supports à l'analyse de la fluidité de l'interaction et nous avons comparé expérimentalement différentes solutions de conception impliquant plusieurs dispositifs [5].

Enfin, ces applications contiennent généralement des informations multimédia et multidimensionnelles qui sont manipulées par des dispositifs différents selon leur nature. Pour prendre en compte la diversité de ces environnements interactifs multimédia riches, nous avons élaboré un espace de conception basé sur l'identification de différentes couches [3]. Cette approche associe chaque couche de l'espace de conception à une catégorie d'information différente, et correspondant à différents objectifs utilisateurs et espaces d'exploration. À chaque couche sont associés un certain type de données et de représentations, un lien avec les couches précédentes et suivantes, ainsi qu'un ensemble de fonctionnalités d'interaction avec ces données et les dispositifs supports. Nous avons également établi le caractère descriptif, comparatif et génératif de cette approche et l'avons appliqué à la description de différents scénarios d'exploration de données développés dans le contexte de consultation publique de données 2D et 3D associées à un campus.

Techniques d'interaction conçues et évaluées

Dans le projet Autour du Plan 2D, nous avons aussi conçu des techniques d'interaction pour répondre à trois situations : dans un environnement combinant plusieurs écrans, avec une maquette physique, et en utilisant un casque de réalité mixte.

Interaction avec des environnements multi-écrans

Lorsque le volume de données à afficher est très conséquent, il est important d'avoir le plus grand espace d'affichage possible, que celui-ci soit caractérisé par une seule grande surface d'affichage ou sous la forme de plusieurs surfaces combinées. Dans ce contexte, nous nous sommes intéressés à la conception et l'évaluation de nouvelles techniques d'interaction afin de faciliter les tâches élémentaires d'interaction telles que la navigation dans l'ensemble des données, puis leur sélection et manipulation.

En premier lieu, nous nous sommes intéressés à la visualisation et l'exploration de données multidimensionnelles. Les environnements multi-écrans facilitent l'utilisation d'interfaces dites overview + detail, qui affichent une vue détaillée d'une partie d'une grande visualisation. Un environnement multi-écrans permet d'avoir plus d'une vue détaillée en simultané grâce aux différents écrans. Cependant, le nombre de vues détaillées influe grandement sur l'interaction : avoir une seule vue détaillée offre un grand espace d'affichage mais ne permet qu'une exploration séquentielle de la vue d'ensemble ; avoir plusieurs vues détaillées réduit l'espace d'affichage dans chaque vue mais permet une exploration parallèle de la vue d'ensemble. Notre travail a consisté à explorer le bénéfice de diviser la vue détaillée d'une interface overview + detail pour manipuler de larges graphes à travers une étude expérimentale [16]. Pour cela, nous avons conçu une interface overview + multi-détails, nommée Split-focus, permettant d'avoir une vue d'ensemble sur un grand écran et plusieurs vues détaillées (1,2 ou 4) sur une tablette.

Au-delà de la visualisation et de l'exploration des données, il est essentiel de pouvoir pointer facilement l'élément souhaité pour le sélectionner et le manipuler. Le pointage est une tâche élémentaire universelle qui demande à la fois précision et vitesse. Nous nous sommes intéressés au pointage sur un grand écran au moyen d'une montre connectée. Dans ce contexte multi-surface, nous avons étudié si le multiplexage spatial, permettant d'avoir un mode précis et un mode rapide, est viable sur un petit écran de montre. Pour cela l'écran tactile de la montre est découpé en deux zones, avec une zone interne et une zone externe. Nous avons conçu et testé six techniques de pointage. Le multiplexage spatial enrichit le pouvoir d'expression avec l'écran tactile de la montre et autorise une interaction sans regarder l'écran de la montre, mais augmente la charge cognitive de l'utilisateur. De plus, les tests montrent que les gestes effectués sur la montre sont plus lents avec le multiplexage spatial [4].

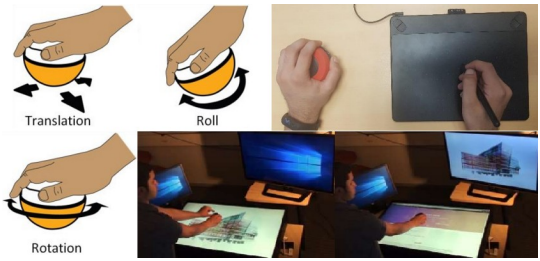


FIGURE 1. A gauche, manipulations possibles avec la RPM : translation, inclinaison et rotation ; à droite, exemples d'utilisation de la RPM sur un écran tactile ou en bimanuel.

Tout au long du projet, nous avons également étudié la souris hémisphérique Roly-Poly Mouse (RPM) qui offre aux utilisateurs cinq degrés de liberté et donne ainsi plus de possibilités d'interaction aux utilisateurs (voir figure 1). Nous avons notamment réalisé Rolling-Menu [6] qui, basé sur l'utilisation de RPM, propose une nouvelle manière d'interagir avec la barre de menu. Rolling Menu contribue à réduire la distance parcourue par le pointeur, due à une nécessaire transition entre le point d'interaction dans l'application et la barre de menus. Il en résulte une meilleure intégration entre la sélection de commande et la manipulation directe du contenu d'une application. Nous avons étudié les inclinaisons de la RPM pour sélectionner un menu ou item dans la barre de menu. De telles manipulations physiques ont l'avantage de nécessiter un temps d'accès équivalent pour chaque menu. Nous avons mené une expérimentation pour évaluer les différentes implémentations de Rolling-Menu et les comparer avec une souris [7]. Les résultats établissent que le mode de validation et la correspondance entre les inclinaisons et les items influencent la performance de Rolling-Menu. Il ressort également que les meilleures techniques de Rolling-Menu sont de 14 % à 40 % plus rapide que la souris pour sélectionner un menu dans une barre de menu contenant de 4 à 10 menus, alors que le taux d'erreur est similaire à celui de la souris.

Nous avons également combiné la Roly-Poly Mouse à d'autres dispositifs d'interaction de manière à augmenter l'espace d'interaction offert aux utilisateurs. Ainsi, nous avons couplé la RPM à un écran tactile ce qui lui permet d'afficher de l'information et de détecter des entrées tactiles. La combinaison de manipulations physiques et de gestes tactiles fait de ce nouveau dispositif, nommé TDome, un dispositif robuste et augmente l'espace de gestes accessibles à l'utilisateur. Ceci lui permet de répondre aux multiples besoins des environnements multi-écrans tout en évitant la multiplication de dispositifs dans l'espace de travail et, notamment, la détection des écrans dans l'espace de travail, la sélection d'écrans, le transfert de données entre écrans et l'interaction avec des écrans distants. L'utilisabilité du dispositif a été évaluée à

travers une étude expérimentale et les résultats montrent que 71 gestes combinés peuvent être confortablement faits avec le dispositif [17].

Nous avons également étudié le couplage de TDome avec l'utilisation d'un stylo numérique utilisé sur une tablette [8]. Le stylet est par exemple utilisé pour annoter des documents. Son utilisation combinée avec le clavier et la souris standard entraîne souvent un coût supplémentaire lors d'une utilisation dans un environnement multi-écran. L'intérêt d'une telle approche est donc de faciliter les tâches inhérentes aux environnements multi-écrans tout en conservant le stylet dans la main dominante, et en facilitant les transitions entre applications des différents écrans au moyen de TDome manipulé par la main non-dominante.

Interaction autour de maquettes physiques

Les métiers du bâtiment ont toujours utilisé des maquettes physiques pour représenter les projets en avance de phase pour avoir ainsi une première représentation des volumes et de la répartition au sol du projet. C'est pourquoi, nous nous sommes également intéressés à l'usage d'une maquette physique et aux interactions tangibles. De même que pour les environnements multi-écrans, nous avons étudié la tâche de pointage avec une maquette physique. Lors d'un usage grand public, les maquettes physiques sont souvent placées derrière une vitrine pour les protéger de la poussière et des dommages. La maquette est alors distante de l'utilisateur. Nous avons conçu et développé une technique utilisant un rayon orthogonal à la surface du verre. Afin d'évaluer l'impact sur la performance de sélection, nous avons mené une expérimentation prenant en compte la taille de la cible, la distance de la cible par rapport à l'utilisateur, la présence de références spatiales et la position de la tête de l'utilisateur par rapport à la vitrine. Les résultats révèlent que l'utilisation du verre comme surface tactile permet de sélectionner facilement des cibles aussi petites que 3 cm jusqu'à 35 cm du verre [2].

D'autre part, les maquettes physiques sont amenées à évoluer au cours de leur utilisation. Afin de pouvoir modifier la maquette physique en cours d'utilisation, nous avons conçu la plateforme EXHI-BIT qui a pour but de prototyper des interfaces déformables mobiles [9]. Elle permet le prototypage d'interfaces déformables 1D, 2D et 3D (voir figure 2). La déformation est manuelle (faite par l'utilisateur) ou automatique (faite par le système grâce à des moteurs). En relation avec le projet, un scénario d'usage dans le cas de l'architecture a été développé et présenté à trois architectures pour commentaires. Le scénario repose sur plusieurs surfaces d'interaction.

Interaction à l'aide d'un casque de réalité mixte

Interactions combinant 2D et 3D Au cours du projet Autour du Plan 2D, nous avons étudié des techniques combinant interaction 2D et 3D sur table à l'aide d'un casque de réalité mixte. Une première étude [13] portant sur le pointage 3D compare les performances de techniques basées sur le casque de réalité mixte et celles basées

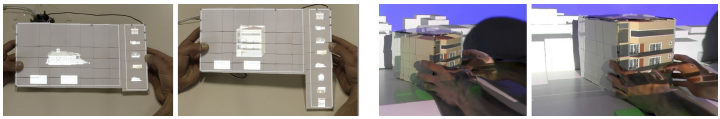


FIGURE 2. EXHI-BIT : prototypage d'interfaces déformables 2D et 3D.

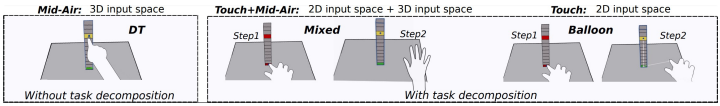


FIGURE 3. Trois techniques conçues et évaluées ; les techniques sont classées selon l'espace d'interaction en entrée (2D ou 3D) et si elles décomposent ou non la tâche.

sur une tablette. Cette dernière offre une surface 2D pour interagir avec un contenu 3D. Nous concluons que les techniques basées sur le casque de réalité mixte, que ce soit par interaction directe ou à distance par technique de lancer de rayon, sont plus appréciées par les participants et requièrent un effort physique moindre.

Nous avons également cherché à comprendre les avantages et inconvénients des trois espaces d'interaction en entrée offerts par la table combinée au casque de réalité mixte [14] : espace 2D (sur la table), espace 3D (au dessus de la table), espace hybride combinant espace 2D et 3D. Trois techniques ont été conçues et développées avec un casque Hololens et une table pour l'interaction tactile (voir figure 3) : une interaction directe dans l'espace 3D, une interaction dans l'espace 2D de la table avec décomposition de la tâche, une interaction avec décomposition de la tâche combinant une interaction dans l'espace 2D puis une interaction 3D dans l'espace au dessus de la table. Appliqué à des tâches de sélection 3D d'objets placés à différentes hauteurs, nous concluons que les interactions avec décomposition de la tâche permettent de gagner en précision grâce au support physique offert par la table. Toutefois, une interaction avec décomposition de la tâche dans l'espace hybride offre un bon compromis entre rapidité et précision.

Enfin, nous avons conçu une nouvelle technique d'interaction nommée RayLens [15] combinant la technique de RayCasting avec un mécanisme de lentille grossissante virtuelle déplaçable dans l'espace 3D. Cette lentille est conçue pour faciliter la sélection d'objets 3D distants. Elle se présente comme un espace d'interaction 2D dans l'espace 3D (voir figure 4), le pointage s'opérant alors sur la surface offerte par la lentille. La comparaison de notre technique RayLens avec la technique classique de Ray-Casting et la technique RaySlider (curseur déplaçable sur le rayon de sélection de la technique RayCasting) montre que la technique RayLens (1) offre

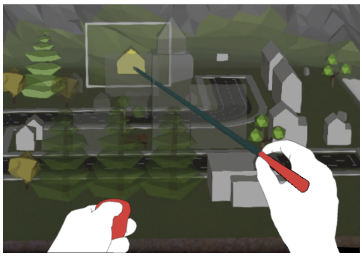


FIGURE 4. Technique RayLens combinant la technique de Ray-Casting avec un mécanisme de lentille grossissante virtuelle déplaçable dans l'espace 3D.

des performances homogènes pour des cibles de petite taille, quelque soit la densité d'objets dans la scène 3D ; (2) induit une charge cognitive et physique réduite.

Exploration collaborative d'une maquette numérique 3D L'usage de casque de réalité mixte pour l'exploration de maquette numérique dans les métiers du bâtiment se développe à grand pas. Une des limitations des écosystèmes mis en place est de manquer de solution efficace pour permettre une exploration immersive et collaborative. Dans la majorité des cas, les solutions proposées se composent de plusieurs casques chaussés par chaque utilisateur, et d'avatar permettant de se retrouver immergés à plusieurs dans la maquette numérique 3D. Pourtant l'observation de ces usages collaboratifs montre que le besoin dépend fortement du profil utilisateur.

Ainsi l'immersion a une vraie valeur ajoutée pour le client mais pas nécessairement pour le commercial. Nous avons imaginé une métaphore d'interaction dans lequel ces deux profils disposent d'outils différents. La spécificité est de munir le commercial d'une tablette et d'un moyen simple pour pouvoir guider le client au cours de sa visite sans chausser un casque. D'autre part, face à l'importance de l'usage de maquettes physiques pour l'exploration de bâtiments, nous avons également développé un prototype d'interaction mixant maquette physique, écran semi-immersif et casque de réalité mixte. Il s'agissait de travailler sur les transitions entre la perspective globale offerte par la maquette et l'immersion locale dans la maquette sur un écran courbe. Le travail de cette transition a été réalisé grâce à un casque de réalité mixte permettant d'afficher des informations sur la maquette physique et de guider l'utilisateur vers une immersion à la première personne.

Enfin, une maquette physique du bâtiment à visiter n'est pas toujours proposée, et les utilisateurs ne disposent que d'une version numérique en 3D. Dans ce contexte, nous avons conçu et réalisé une expérience permettant d'expérimenter une interaction directe avec des hologrammes en proposant un repère 3D dans l'espace qui

permet à l'utilisateur d'être informé par rétroaction que sa main se trouve sur l'hologramme. Ce prototype intègre les dispositifs HoloLens, Ultrahaptics et Leap Motion, ce qui permet de fournir un moyen d'interagir directement avec les hologrammes.

Conclusion

Cet article présente des résultats du projet « Autour du plan 2D » sous la forme d'espaces de conception et de techniques d'interaction. Nous rappelons que ce projet avait pour objectif de développer de nouvelles façons de visualiser, interagir et plus globalement collaborer autour de l'information numérique présentée sur une surface horizontale ou verticale, le plan 2D. Les espaces de conception présentés et la variété des techniques d'interaction décrites souligne l'étendue de l'espace des possibilités d'interaction qu'il convient de continuer à explorer.

Remerciements

« Autour du plan 2D » a été financé par l'Agence nationale pour la recherche (ANR-15-CE23-0001).

Références

[1] Jean-Paul Delahaye. Se libérer du Bitcoin, Introduction aux blockchains et aux cryptomonnaies. Dunod, 2022.

[2] Cabric, F.; Dubois, E.; Irani, P.; Serrano, M. Touchglass : Raycasting from a glass surface to point at physical objects in public exhibits. In IFIP Conference on Human-Computer Interaction, 249–269. Springer, 2019.

[3] Celentano, A.; Dubois, E. A layered structure for a design space dedicated to rich interactive multimedia content. Multimedia Tools and Applications, 76(4), 5191–5220, 2017.

[4] Chaffangeon, A.; Nigay, L.; Laurillau, Y. Pointage sur un grand écran avec une montre connectée multiplexage spatial. Rapport de L3. ENS Rennes, 2017.

[5] Dubois, E.; Celentano, A. Analysing interaction trajectories in multi-device applications. In Proceedings of the 9th Nordic Conference on Human-Computer Interaction, 1–6, 2016.

[6] Dubois, E.; Raynal, M.; Serrano, M. Améliorer l'interaction avec une barre de menus grâce à des gestes d'inclinaison sur une souris multidimensionnelle. In Proceedings of the 29th Conference Francophone sur l'Interaction Homme-Machine, IHM'17, 83–92. ACM, New York, NY, USA, 2017.

[7] Dubois, E.; Serrano, M.; Raynal, M. Rolling-menu : Rapid command selection in toolbars using roll gestures with a multi-dof mouse. In Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1–12, 2018.

[8] Keddisseh, E.; Serrano, M. Dubois, E. Une approche bimanuelle basée sur un stylet pour l'interaction dans des environnements multi-écrans. In Proceedings of the 30th Conference Francophone sur l'Interaction Homme-Machine, IHM'18, 195–201. ACM, New York, NY, USA, 2018.

[9] Ortega, M.; Maisonnasse, J.; Nigay, L. Exhi-bit : a mechanical structure for prototyping expandable handheld interfaces. In Proceedings of the 19th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services, 1–11, 2017.

[10] Perelman, G. ; Serrano, M. ; Raynal, M. ; Picard, C. ; Derras, M. ; Dubois, E. Conception d'un dispositif pour interagir avec des données multidimensionnelles : Disco. In Proceedings of the 26th Conference Francophone sur l'Interaction Homme-Machine, IHM'14, 91–100. ACM, New York, NY, USA, 2014.

[11] Perelman, G. ; Serrano, M. ; Raynal, M. ; Picard, C. ; Derras, M. ; Dubois, E. The roly-poly mouse : Designing a rolling input device unifying 2d and 3d interaction. In Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems, 327–336, 2015.

[12] Perelman, G. ; Serrano, M. ; Raynal, M. ; Picard, C. ; Derras, M. ; Dubois, E. Deco : A design space for device composition. In Proceedings of the 2016 ACM Conference on Designing Interactive Systems, 435–446, 2016.

[13] Plasson, C. ; Cunin, D. ; Laurillau, Y. ; Nigay, L. Tabletop ar with hmd and tablet : A comparative study for 3d selection. In Proceedings of the 2019 ACM International Conference on Interactive Surfaces and Spaces, 409–414, 2019.

[14] Plasson, C. ; Cunin, D. ; Laurillau, Y. ; Nigay, L. 3d tabletop ar : A comparison of mid-air, touch and touch+mid-air interaction. In Proceedings of the International Conference on Advanced Visual Interfaces, AVI '20, 2020.

[15] Plasson, C. ; Cunin, D. ; Laurillau, Y. ; Nigay, L. A lens-based extension of raycasting for accurate selection in dense 3d environments. In C. Ardito ; R. Lanzilotti ; A. Malizia ; H. Petrie ; A. Piccinno ; G. Desolda ; K. Inkpen, eds., Human-Computer Interaction – INTERACT 2021, 501–524. Springer International Publishing, Cham, 2021.

[16] Saidi, H. ; Serrano, M. ; Dubois, E. Investigating the effects of splitting detailed views in overview+ detail interfaces. In Proceedings of the 18th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services, 180–184, 2016.

[17] Saidi, H. ; Serrano, M. ; Irani, P. ; Dubois, E. Tdome : a touch-enabled 6dof interactive device for multi- display environments. In Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 5892–5904, 2017.