



**HAL**  
open science

# Sur l'utilisation de murs d'écrans interactifs en gestion de crise

Olivier Chapuis

► **To cite this version:**

| Olivier Chapuis. Sur l'utilisation de murs d'écrans interactifs en gestion de crise. 2021. hal-03322606

**HAL Id: hal-03322606**

**<https://hal.science/hal-03322606>**

Preprint submitted on 19 Aug 2021

**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.

# Sur l'utilisation de murs d'écrans interactifs en gestion de crise

OLIVIER CHAPUIS

Université Paris-Saclay, CNRS, Inria, LRI/LISN

91405 Orsay, France

21 janvier 2020

Ce petit article de “médiation scientifique” est la version initiale d’un article paru dans : Vers le cyber-monde : Humain et numérique en interaction. Bouzeghoub M., Daafouz J. & Jutten C., CNRS Ed., 2021.

## Résumé

Dans ce chapitre nous envisageons l’utilisation de murs d’écrans interactifs de très haute résolution dans les salles de contrôle, et tout particulièrement en gestion de crise. Le point clé est que nous proposons d’utiliser les murs comme un espace de travail collaboratif effectif, alors qu’ils sont pour l’heure seulement utilisés, dans les salles de contrôle, pour afficher le contexte. Nous présentons des prototypes qui suggèrent que cette approche est prometteuse.

## 1 Introduction

De nombreuses salles de contrôle ou de crise comportent un ou des murs d’écrans – Fig. 1. Dans la plus part des cas ces murs ne sont utilisés que pour donner une visualisation globale et contextuelle de la situation : le travail effectif est conduit sur des postes de travail, les murs sont souvent de basse résolution (pas plus de pixels que sur une station de travail) et non directement interactif (affichage contrôlé par une station de travail). Leur utilité est souvent jugée auxiliaire par les opérateurs, à l’exception de la possibilité de présenter rapidement la situation globale à des intervenants extérieurs ou à une personne en charge de prendre des décisions.

Nous soutenons l’hypothèse que les murs d’écrans *interactifs de très haute résolution* pourraient s’avérer très utiles dans les salles de contrôle dans des situations spécifiques [Pro17], e.g., crises, planifications, exercices. En situation “normale” ils seraient utilisés comme ils le sont aujourd’hui, le travail étant effectué par les opérateurs devant des stations de travail, mais, par exemple, en situation de crise les opérateurs et décideurs pourraient travailler directement sur le mur d’écrans. En effet, dans ce dernier cas, les acteurs doivent travailler en collaboration de manière rapprochée, et il est alors avantageux d’utiliser une surface interactive partagée [PBC17].



**FIGURE 1. Salles de contrôle. De droite à gauche : Trafic routier (PC Bedier pour le périphérique parisien) ; Centre de commandement de la police (CROGend) ; Surveillance des inondations dans 16 000 communes en France (société Predict).**

Les grands murs d'écrans interactifs de très haute résolution permettent un tel travail. Leur haute résolution avec une densité de pixel similaire à celle d'un écran d'un ordinateur classique permet l'affichage d'images et de données avec une grande précision. Ainsi des utilisateurs proche du mur peuvent facilement travailler ensemble sur un point d'intérêt commun. En prenant du recul, les acteurs peuvent avoir rapidement une vue d'ensemble sur l'affichage de tout le mur, et se déplacer vers des points d'intérêts tout aussi rapidement. De plus, la grande taille du mur et sa haute résolution permettent d'afficher une très grande quantité de données.

Cette approche a priori prometteuse soulève aussi de nombreux problèmes. L'interaction doit pouvoir être faite debout et en mouvement, ce qui exclut l'interaction classique avec clavier et souris. La présence de différents acteurs complexifie l'interaction et des techniques spécifiques doivent être introduites pour interagir mais aussi pour que chaque acteur est une conscience des actions des autres.

## 2 Cas d'études

Nous avons développé un certain nombre de prototypes pour salles de contrôle et situations de crise, nous nous sommes en particulier intéressés aux tsunamis, au trafic routier, et à un scénario de catastrophe en ville. Le développement de ces prototypes a été guidé par des visites de salles de contrôle et de crise Fig. 1, un travaille avec des experts en cartographie (IGN – COGIT<sup>1</sup>) et situation de crise (GRED<sup>2</sup>) dans le cadre du projet ANR MapMuxing<sup>3</sup>, ainsi que par l'analyse de rapports sur des catastrophes (e.g., crash d'un hélicoptère à Londres, crue de la Loire).

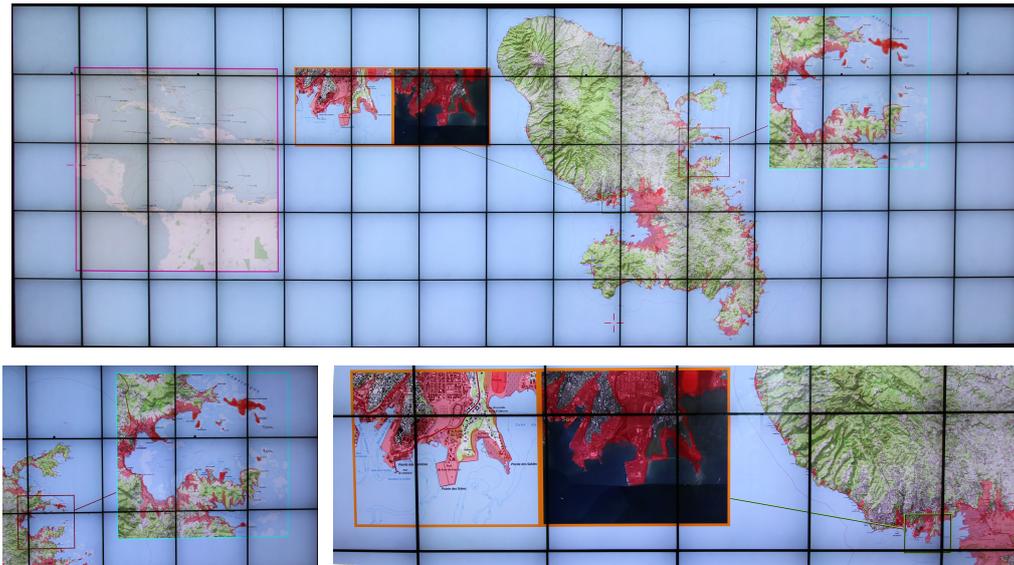
### 2.1 Tsunami

Lors du projet ANR MapMuxing<sup>3</sup> nous avons développé un prototype – Fig. 2 – de gestion de crise de type tsunami dans la mer des Caraïbes qui est une zone à risque. Les données cartographiques ont été fournies par l'IGN et le GRED de l'Université de Montpellier nous a fourni divers données concernant un tsunami : position de l'épicentre du tremblement de terre, position de la vague toutes les 30 minutes, la position des bateaux commerciaux et de croisières et des données spécifiques à la Martinique, comme

<sup>1</sup> <http://recherche.ign.fr/labos/cogit/accueilCOGIT.php>

<sup>2</sup> <https://gred.ird.fr/>

<sup>3</sup> <http://mapmuxing.ign.fr/>



**FIGURE 2. Prototype pour la gestion de crise des tsunamis sur le mur WILDER (mur composé de 75 dalles LCD pour une taille de 6 × 2 mètres et une résolution de 14 400 × 4 800 pixels, le rendu est effectué par une grappe de 10 ordinateurs). En bas un zoom sur les deux DragMags.**

les zones à évacuer en fonction de la taille de la vague, les points de rassemblement de la population et les infrastructures sensibles.

L'une des spécificités de ce cas d'étude est son aspect multi-échelle, il faut pouvoir avoir des vues globales sur la situation à différentes échelles, comme le déplacement de la vague dans les Caraïbes et les zones à évacuer sur toute la Martinique, ainsi que des vues locales comme le quartier d'une ville ou l'aéroport. La grande taille du mur permet d'afficher toutes ces vues grâce à différents types de "fenêtres". Sur l'image du haut de la Fig. 2 on observe : (i) à gauche une fenêtre flottante avec une vue d'ensemble des Caraïbes montrant l'épicentre et la position de la vague dans le temps ; (ii) la fenêtre de fond a la taille du mur et porte une interface zoomable positionnée sur la Martinique ; et (iii) deux fenêtres de type DragMag (voir ci-dessous) entourent la Martinique montrant des détails de celle-ci.

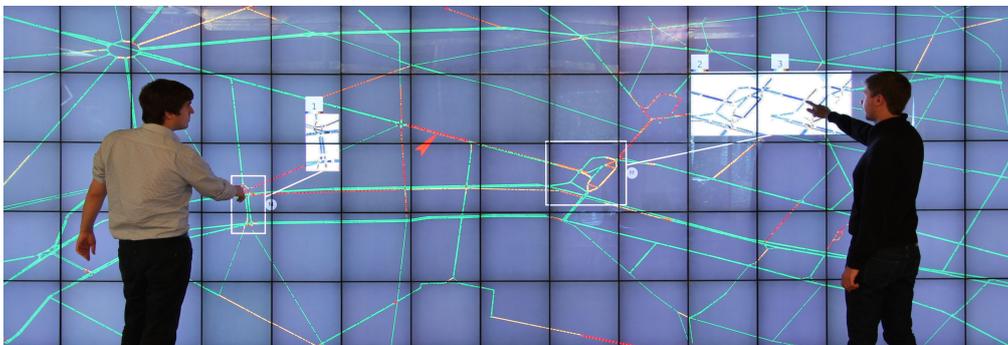
Les DragMags sont essentiels dans un contexte collaboratif pour réaliser des interfaces multi-échelles. Ces objets se composent d'une fenêtre, la vue, qui montre une partie de la vue globale avec un niveau de zoom plus élevé, et la mire, reliée à la vue, qui montre la partie de la vue globale qui est affichée dans la vue – voir les deux images du bas de la Fig. 2, celui de droite est un double DragMag avec une vue de type carte IGN, et une vue de type satellitaire. Avec une interface multi-échelle classique, e.g., à la Google Maps, la navigation multi-échelle s'effectue par simple pan & zoom, mais ceci n'est pas possible dans un contexte collaboratif sur une grande surface d'affichage, car le pan & zoom modifie l'affichage de manière globale, et l'action d'un utilisateur empêcherait celle d'un autre utilisateur travaillant sur une autre partie du mur. Les DragMags rendent locales le pan & zoom ou tout autre type d'opération, ainsi des groupes d'utilisateurs peuvent travailler sur différentes parties du mur sans interférences.

Nous disposons d'un jeu de données fixe concernant un tsunami (épïcêtre, position de la vague, zones à évacuer, etc.) que nous affichons à la volée et à la demande sur les

cartes de manière dynamique. En situation réelle, ces données sont calculées en temps réel en Floride par un super-calculateur lors d'un tremblement de terre, et peuvent être affichées directement sur les cartes et mises à jour lors d'affinement des calculs (grâce, en particulier, à des capteurs sur des bouées placées en mer des Caraïbes).

L'interaction avec le prototype peut être réalisée simultanément par plusieurs utilisateurs soit en touché multi-point direct sur le mur ou bien de manière indirecte avec des tablettes graphiques. Ces interactions permettent la création et la manipulation des DragMags (position, taille, niveau de zoom, etc.) et la sélection des données à afficher ou non sur les cartes.

Le prototype doit être complété par l'adjonction de vues pour les messages d'alertes, pour des caméras sur le terrain, que l'on pourrait directement sélectionner sur la carte ou associées aux DragMags, ainsi que par des moyens de communication de type vidéo conférence. L'étape suivante serait son utilisation dans le cadre d'un exercice simulant un tsunami.



**FIGURE 3.** Visualisation du trafic dans une ville avec deux “DragMagics” (rectangles blancs) montrant une (gauche) et deux (droite) simulations associées à différentes interventions possibles sur le trafic. Vidéo à <https://www.lri.fr/chapuis/publications/ISS16-traffic.mp4>.

## 2.2 Trafic Routier

La plupart des grandes villes possèdent des postes de commandement (PC) pour le trafic routier. Leurs buts sont la régulation du trafic pour améliorer la qualité de vie (e.g., réduction de la pollution, plans de feux adaptés à l'heure de la sortie des écoles, gestion des accidents).

Des visites, avec des interviews des opérateurs, dans plusieurs centres de trafic routier – PC Berlier/Bedier du périphérique parisien et le PC Lutèce de la ville de Paris – nous a conduit à développer un prototype de visualisation de la densité du trafic routier qui intègre des prédictions du trafic [PBC16]. Voir la Fig. 3.

En effet, les PC de trafic routier ont la possibilité d'agir sur la régulation du trafic : changement de plan de feux, vitesse limite, itinéraire de délestage, et doivent gérer les conséquences d'une voie bloquée par un accident ou par des travaux. Les opérateurs de trafic routier ont peu d'outils pour prendre des décisions à l'exception de leur expérience personnelle et d'information en temps réel.

Notre approche a été d'utiliser des algorithmes de prédictions de trafic pour présenter aux opérateurs les conséquences possibles, dans le temps, de leur prise de décision, que

cela soit en temps de crise (accident) ou bien pour de la planification (travaux à venir). Par exemple, un opérateur peut changer un plan de feux ou bloquer une voie (ou une rue) et visualiser les conséquences de ce changement dans le future, et éventuellement appliquer effectivement ce changement. Plusieurs prédictions peuvent être visualisées simultanément pour évaluer différentes actions possibles sur le trafic.

La visualisation de la densité du trafic est réalisée de manière classique avec une palette de couleurs de vert à rouge. Pour visualiser les prédictions nous montrons la différence entre le trafic actuel (simuler dans le temps) et celui de la prédiction pour un changement donné avec une palette bleu-blanc-marron pour montrer la différence entre trafic réel et prédit (bleu représentant une amélioration de la situation). Pour montrer ces cartes de différences nous avons implémenté et évalué deux types visualisations : (i) l'une globale avec des vues multiples où les prédictions sont affichées les unes à côté des autres en parallèle du trafic réel, ce que nous permet la grande taille et la haute résolution du mur; et (ii) une locale où les prédictions sont montrées dans des vues indépendantes sur le trafic réel à la manière de DragMags multiples, comme décrits ci-dessus avec le prototype tsunami mais sans zoom (voir la Fig. 3).

Une comparaison de ces deux techniques ainsi que le retour d'opérateurs de trafic routier suggèrent que les DragMags multiples est la visualisation la mieux adaptée. Ce type de visualisation pourrait aussi être utilisé par des personnes travaillant sur le développement d'algorithme de prédiction du trafic.



**FIGURE 4.** (gauche) Notre environnement multi-surfaces composé d'un mur d'écrans et de stations de travail (dont un visible sur la photo). (droite) Trois techniques de conscientisation de l'espace de travail : Barres d'observation sur les bords du mur, zones d'activités sur le mur et traces des utilisateurs projetés au sol.

### 2.3 Salle de crise et conscience de l'espace de travail

L'analyse de scénarios de crise nous a conduit à développer un prototype qui répond à un certain nombre de critères pour faciliter la collaboration entre opérateurs [PBC18]. Ce prototype est spécifiquement développé pour une situation de crise en zone urbaine avec comme scénario de travail le crash d'un hélicoptère à Londres<sup>4</sup> et est composé d'un mur d'écrans avec une vue cartographique de la ville de Londres et d'un nombre arbitraire de stations de travail qui peuvent afficher une partie quelconque de la scène rendu sur le mur à la manière d'un DragMag (propriété supportée par les deux prototypes ci-dessus). Voir la Fig. 4.

<sup>4</sup> BBC. The route masters : Running london's roads : Gridlock. <https://vimeo.com/137839650>

Une équipe travaillant dans une salle de crise est composée de personnes en charge de différents aspects de la crise, e.g., incendie (pompiers), sécurité (police), urgence médicale, réseaux urbains (eau, gaz, etc.), trafic routier, transport en commun, etc. Notre prototype support l'affichage sur la carte de différentes données ou bien fixe (e.g., hôpitaux, casernes) ou bien dynamique (e.g., position des ambulances, trafic routier). Mais il n'est pas question d'afficher toutes ces données en permanence car ceci empêcherait leur lisibilité et leur compréhension. Les opérateurs peuvent sélectionner suivant leur rôle et leurs objectifs les données à afficher sur les stations de travail ou sur une partie du mur, typiquement lorsque un opérateur travaille devant le mur. Par exemple, un responsable des pompiers et un responsable du trafic routier peuvent quitter leur station de travail pour venir travailler sur le mur ensemble en "emportant leurs données" (trafic et position des camions de pompier) pour les partager sur une zone du mur pour guider un véhicule tout en contrôlant la mise au vert de certains feux de circulation. Pour réaliser un tel scénario nous utilisons un système de suivi de marqueurs infrarouges pour connaître la position des utilisateurs et les distinguer suivant leur rôle. En particulier, les données associées à un utilisateur peuvent suivre cet utilisateur lorsqu'il se déplace devant le mur.

Chaque acteur d'une équipe travaillant dans une salle de crise a un rôle spécifique pouvant travailler seul sur un objectif, puis en collaboration avec d'autres membres de l'équipe et ainsi de suite. Un membre de l'équipe peut aussi arriver plusieurs minutes après le début de la crise. Il faut donc pouvoir assurer des transitions fluides entre collaboration détachée et collaboration proche entre acteurs, et un nouvel acteur doit rapidement pouvoir comprendre le rôle de chacun. Autrement dit, il faut pouvoir assurer à un acteur une conscience des autres au niveau de l'espace de travail, éventuellement dans le temps.

Ceci nous a conduit à développer un certain nombre de techniques de conscience de l'autre. Par exemple, la vue d'une station de travail est représentée sur le mur par des "bars d'observation" situées sur les bords du mur, l'intersection des bandes définies par ces bars représentant la zone de travail de l'opérateur associé à la station de travail (qui sont distinguées par des couleurs, voir la Fig. 4). Ceci permet à tous les opérateurs de connaître la zone de travail des autres opérateurs sans surcharger le rendu. Pour conscientiser la zone de travail des opérateurs dans le temps (devant le mur ou une station de travail), un opérateur peut sélectionner une partie de la scène et activer une carte de couleurs sur cette zone montrant l'activité des autres opérateurs sur une période de temps réglable (Fig 4, image de droite). Avec un objectif similaire nous utilisons aussi de la projection sur le sol pour montrer l'historique des déplacements récents des opérateurs devant le mur (Fig. 4, image de droite).

Nous avons validé ces techniques dans des cas simples, comme l'évaluation de la situation par un opérateur arrivant dans la salle, un choix de chemin vers un hôpital pour une ambulance fait par une paire d'opérateurs, ainsi que dans une tâche double où un opérateur doit suivre un chemin et en même temps être capable de déterminer la zone de travail d'un autre opérateur à tout moment.

### 3 Conclusion

Nous soutenons la thèse selon la quelle les murs d'écrans interactifs de très haute résolution pourraient être utilisés dans les salles de contrôle en situation de crise ou de planification. Un certain nombre de prototypes, et d'études expérimentales en laboratoire reposant sur ces prototypes supportent cette thèse. Les points clés sont d'une part matériel, grande taille *et* grande densité de pixel, mur tactile, système de suivi des utilisateurs, etc., et d'autre part logiciel avec des techniques de visualisations et d'interactions adaptées au travail à plusieurs et en mouvement (DragMags, visualisation de l'activité, combiner tablettes graphiques et touché directe en entrée, etc.). Il s'agit maintenant de passer à des expériences en grandeur nature dans des salles de contrôle en activités pour confirmer notre hypothèse.

### Remerciements

Ces travaux n'auraient pu avoir lieu sans l'équipement d'excellence Digiscope<sup>5</sup>. Une grande partie des travaux ci-dessus ont été réalisés avec Arnaud Prouzeau et Anastasia Bezerianos, et le soutien technique de Olivier Gladin. Mes remerciements vont aussi à Michel Beaudouin-Lafon et Emmanuel Pietriga, ainsi qu'aux membres de l'équipe projet ILDA (LRI-Inria).

### Références

- [PBC16] Prouzeau Arnaud, Bezerianos Anastasia & Chapuis Olivier. Towards road traffic management with forecasting on wall displays. In *Proceedings of the 2016 International Conference on Interactive Surfaces and Spaces*, ISS '16, pages 119–128. ACM, November 2016.
- [PBC17] Prouzeau Arnaud, Bezerianos Anastasia & Chapuis Olivier. Trade-offs between a vertical shared display and two desktops in a collaborative path-finding task. In *Proceedings of Graphics Interface 2017*, GI '17, pages 214–219. CHCCS, May 2017.
- [PBC18] Prouzeau Arnaud, Bezerianos Anastasia & Chapuis Olivier. Awareness techniques to aid transitions between personal and shared workspaces in multi-display environments. In *Proceedings of the 2018 International Conference on Interactive Surfaces and Spaces*, ISS '18, pages 291–304. ACM, November 2018.
- [Pro17] Prouzeau Arnaud. *Collaboration Around Wall Displays In Command And Control Contexts*. Phd thesis, Université Paris-Saclay, Orsay, France, December 2017.

---

<sup>5</sup> <http://digiscope.fr/>