



**HAL**  
open science

# Conception et validation de scénario pour étudier la collaboration en environnement virtuel lors de conditions stressantes

Aurélien Léchappé, Cédric Fleury, Mathieu Chollet, Cédric Dumas

► **To cite this version:**

Aurélien Léchappé, Cédric Fleury, Mathieu Chollet, Cédric Dumas. Conception et validation de scénario pour étudier la collaboration en environnement virtuel lors de conditions stressantes. WACAI 2024, Jun 2024, Bordeaux, France. hal-04841397

**HAL Id: hal-04841397**

**<https://hal.science/hal-04841397v1>**

Submitted on 16 Dec 2024

**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.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

# Conception et validation de scénario pour étudier la collaboration en environnement virtuel lors de conditions stressantes

Aurélien Léchappé, LS2N, Lab-STICC, IMT Atlantique, France

Cédric Fleury, Lab-STICC, IMT Atlantique, France

Mathieu Chollet, School of Computing Science, University of Glasgow, Scotland

Cédric Dumas, LS2N, IMT Atlantique, France

## ABSTRACT

La collaboration lors de tâches complexes nécessite une synchronisation entre collaborateurs et une communication efficace. Nous étudions comment les perturbations causées par des événements stressants peuvent altérer les processus d'équipe. Nous présentons une expérimentation dans laquelle nous testons l'efficacité d'un scénario collaboratif en environnement virtuel adapté pour induire du stress, et étudions son impact sur la collaboration. Les résultats indiquent que le scénario induit du stress, mais qu'il n'a pas d'influence sur les processus de collaboration mesurés. De futures études pourraient améliorer le scénario stressant et considérer des mesures plus objectives du stress et de la collaboration.

## CCS CONCEPTS

• **Human-centered computing** → **Collaborative interaction**; **Virtual reality**; **Empirical studies in collaborative and social computing**.

## KEYWORDS

Induction de stress, Collaboration, Environnement Virtuel Collaboratif, Réalité Virtuelle

## 1 INTRODUCTION

Les environnements virtuels (EVs) offre la possibilité de reproduire des situations impossibles ou complexes à observer dans le monde réel. La nature hautement contrôlée des EVs permet aux chercheurs d'observer et d'analyser la façon dont les collaborateurs partagent l'information, négocient les rôles ou font face à des situations inattendues [10]. Au cours d'une tâche collaborative, certains événements ou éléments peuvent induire du stress chez les collaborateurs. Le stress psychologique peut entraîner des conséquences négatives influençant les individus et leurs performances [8]. Les EVs offrent un cadre pour évaluer l'impact du stress sur les collaborateurs et observer les stratégies adoptées pour le surmonter. Dans ce but, nous avons conçu un scénario comportant différentes perturbations et stressors lors d'une tâche collaborative de résolution de puzzle en EV. L'objectif de cette étude préliminaire est de valider ce scénario et d'évaluer ses effets sur la collaboration et les performances de l'équipe.

## 2 STRESS ET COLLABORATION

Lazarus [7] définit le stress comme le sentiment éprouvé lorsqu'un individu pense que le travail qui lui est demandé dépasse les ressources personnelles qu'il peut mobiliser. Cette définition correspond davantage au stress cognitif, différent du stress social ou émotionnel. Nous centrons notre approche sur le stress cognitif. Certains éléments tels que la présence de distracteurs, la pression temporelle, l'augmentation de la charge cognitive ou l'interruption de la tâche, ont été identifiés comme pouvant induire du stress [1, 4–6, 9, 12].

Dietz et al. [4] proposent un modèle de travail d'équipe en situation de stress, soulignant ses impacts sur les individus à différents niveaux : *cognitif*, *émotionnel*, *comportemental* et *physiologique*. Ces effets du stress peuvent affecter la collaboration de l'équipe et notamment diminuer la coopération, la coordination, ou dégrader la communication, ce qui nuit aux performances de l'équipe.

Pour étudier l'influence du stress sur la collaboration, nous avons développé un EV collaboratif (Figure 1) avec un scénario intégrant des événements stressants visant à perturber la collaboration de l'équipe. Les facteurs utilisés sont la **pression temporelle** et l'**interruption de tâche**.

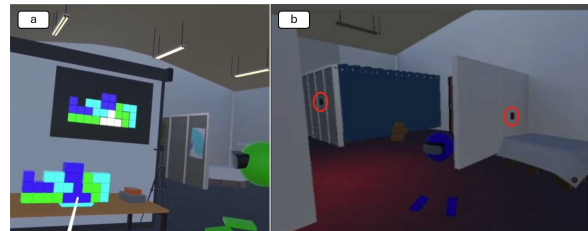


Figure 1: Environnement de la tâche de résolution de puzzle (a) et tâche d'interruption du scénario stressant (b).

## 3 MÉTHODE

**Hypothèses.** L'objectif principal de cette expérience est de valider un scénario stressant dans un EV collaboratif et d'évaluer l'effet du stress induit sur la collaboration. Les paires de participants ont réalisé deux conditions : un scénario sans facteurs de stress (CONTROLE), et un avec des facteurs de stress nommé Pression temporelle - Interruption (TPI). Nous émettons les hypothèses suivantes :

- **H1** Le scénario TPI devrait être plus stressant que le scénario CONTROLE.
- **H2** Le scénario TPI devrait induire plus de charge cognitive que le scénario CONTROLE.
- **H3** Le scénario TPI devrait induire une baisse de performance et de collaboration comparé au scénario CONTROLE.

**Participants.** Dix-huit participants répartis en 9 paires ont participé à l'étude. En raison de données manquantes pour une paire, l'échantillon final contient 16 participants (13H, 3F,  $\mu$  âge = 22,8).

### 3.1 Matériels

**Tâche et scénarios.** Nous utilisons une tâche de résolution de puzzle en réalité virtuelle développée sur Unity. Les participants sont co-localisés et peuvent échanger verbalement au cours de la tâche. Ils doivent collaborer pour récupérer des pièces dispersées dans l'environnement et compléter un puzzle selon une figure de référence (a Figure 1). Par défaut, toutes les pièces sont blanches et prennent la couleur du participant (bleu ou vert) lorsqu'elles sont placées sur le puzzle. Pour la couleur cyan, (mélange des couleurs bleu et vert), les deux participants doivent sélectionner la même pièce. Par conséquent, ils doivent collaborer pour accomplir la tâche.

Dans le scénario TPI, les participants ont la consigne de terminer la tâche le plus vite possible. Ils appuient sur un bouton pour commencer la tâche, et un compte à rebours se lance. Toutes les minutes, un signal sonore est joué. À trois étapes prédéfinies de la réalisation du puzzle, la tâche principale est interrompue par une panne de courant. Les participants ont alors 30 secondes pour rétablir le courant, au risque de perdre leur progression du puzzle en cas d'échec. Pour cela, ils doivent appuyer simultanément sur des boutons qui apparaissent à des positions différentes à chaque interruption (cercle rouge dans Figure 1).

**Mesures.** *Questionnaire d'auto-évaluation* : STAI-Y State [11] et RTLX [3] ont été utilisés pour récolter respectivement le stress et la charge cognitive ressentis par les participants à des instants définis.

*Données collectées* : La position des participants dans l'EV, le temps de résolution du puzzle, la vidéo et l'audio ont été enregistrés. Les interactions des participants avec l'environnement (sélection, regard, survol de pièces) et entre participants (sélection, regard, survol simultanés, regards vers l'autre) ont également été collectés.

### 3.2 Procédure

Avant de commencer, chaque participant réalise un tutoriel pour se familiariser avec les contrôles, l'environnement et la tâche. Ensuite, les participants réalisent deux séances, une pour chaque condition. Chaque séance suit les mêmes étapes : (i) les participants complètent un questionnaire pour évaluer leur stress avant l'activité, (ii) ils réalisent le scénario, (iii) ils complètent des questionnaires pour évaluer le stress et la charge cognitive provoqué par le scénario. L'ordre des conditions est contrebalancé entre les participants.

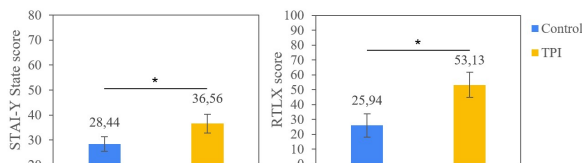
## 4 RÉSULTATS

### 4.1 Questionnaires d'auto-évaluation

Pour chaque comparaison, un test de Wilcoxon a été effectué.

**STAI-Y State.** Il n'y a aucune différence significative entre les pré-évaluations de stress des deux scénarios ( $Z = 74.5, p = .176$ ). Cependant, la post-évaluation du scénario TPI est significativement plus élevée que celle du scénario CONTROLE ( $Z = 2.5, p = .001$ ) (gauche Figure 2). Des analyses entre mêmes scénarios montrent que la post-évaluation est significativement plus élevée que la pré-évaluation pour le scénario TPI ( $Z = 16, p < .01$ ), tandis que l'inverse est observé pour le scénario CONTROLE ( $Z = 83, p = .01$ ).

**RTLX.** La post-évaluation de la charge cognitive du scénario TPI est significativement supérieure à celle du scénario CONTROLE ( $Z = 1, p < .001$ ) (droite Figure 2). Également, la sous-échelle "demande temporelle" du RTLX est significativement plus élevée dans le scénario TPI comparé au scénario CONTROLE ( $Z = 3.5, p < .001$ ).

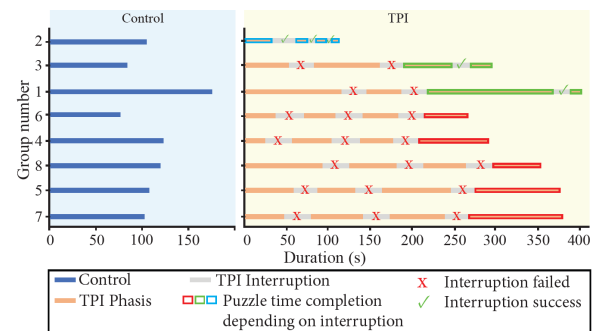


**Figure 2: Score STAI-Y (Gauche) et RTLX (Droite) moyen, par condition pour la post-évaluation. Les barres montrent l'intervalle de confiance à 95%.**

### 4.2 Indices de la collaboration

Pour comparer les données entre les deux conditions, il a été choisi de comparer la ou les phase(s) correspondant à la réalisation complète du puzzle. La Figure 3 montre les données sélectionnées pour tous les groupes en fonction de leurs réussites aux interruptions.

Les analyses montrent que les participants terminent plus rapidement le puzzle dans le scénario TPI que dans le scénario CONTROLE ( $Z = 35, p < .05$ ). Les participants interagissent davantage avec le puzzle dans le scénario CONTROLE que dans le scénario TPI ( $Z = 101, p < .05$ ). Enfin, il y a plus de regards collaboratifs dans le scénario CONTROLE que dans le scénario TPI ( $Z = 117.5, p < .05$ ). D'autres comparaisons concernant le nombre de survols collaboratifs, la proportion de temps de survol, le temps de regard et le temps de parole entre les conditions, ne montrent aucune différence significative.



**Figure 3: Visualisation de la performance des groupes pour chaque condition, selon la réussite aux interruptions et le temps de complétion du puzzle.**

## 5 DISCUSSION

Les résultats obtenus confirment l'hypothèse H1 selon laquelle le scénario CONTROLE est moins stressant que le scénario TPI. Bien que le scénario TPI induise plus de stress, les scores semblent indiquer que le scénario induit un faible niveau de stress. Cela peut être dû aux facteurs de stress ou au type de tâche d'interruption utilisée.

Les résultats concernant la charge cognitive confirment H2, et sont en accord avec notre hypothèse selon laquelle nous influençons le stress cognitif. Les résultats sur la sous-échelle pression-temporelle confirment l'efficacité des éléments ajoutés pour induire une pression temporelle dans le scénario TPI.

Dans cette étude, nous avons tenté d'analyser les processus de collaboration et leur efficacité à l'aide de données quantitatives telles que les événements collaboratifs, le temps de parole et la performance à la réalisation de la tâche.

Les résultats de performance indiquent que les participants sont meilleurs dans la condition TPI contrairement à ce que nous attendions [4]. Une explication évoquée dans le modèle de [2] est que le scénario induit suffisamment de stress pour challenger l'équipe, mais pas assez pour la perturber.

En ce qui concerne les mesures de collaboration, les résultats ne soutiennent pas H3, suggérant que les facteurs de stress n'ont pas influencé la collaboration d'équipe. Cela pourrait s'expliquer par le fait que les indicateurs choisis ne sont pas assez pertinents, ou car l'environnement ou les facteurs de stress n'ont pas eu assez d'influence sur la situation et la collaboration de l'équipe.

## 6 TRAVAUX FUTURS

Des études futures devraient impliquer plus de participants, augmenter le stress induit par le scénario, proposer une mesure du stress plus objective, et utiliser des indicateurs plus pertinents de la collaboration, pour effectuer des analyses plus complexes afin d'essayer de dériver des indices de collaboration de plus haut niveau.

## REFERENCES

- [1] Sonal Arora, Nick Sevdalis, Debra Nestel, Maria Woloshynowych, Ara Darzi, and Roger Kneebone. 2010. The impact of stress on surgical performance: a systematic review of the literature. *Surgery* 147, 3 (2010), 318–330. Publisher: Elsevier.
- [2] Jim Blascovich and Joe Tomaka. 1996. The Biopsychosocial Model of Arousal Regulation. In *Advances in Experimental Social Psychology*, Mark P. Zanna (Ed.), Vol. 28. Academic Press, 1–51. [https://doi.org/10.1016/S0065-2601\(08\)60235-X](https://doi.org/10.1016/S0065-2601(08)60235-X)
- [3] James C. Byers. 1989. Traditional and raw task load index (TLX) correlations: are paired comparisons necessary? *Advances in Industrial Ergonomics and Safety I: Taylor and Francis*. (1989).
- [4] Aaron S. Dietz, James E. Driskell, Mary Jane Sierra, Sallie J. Weaver, Tripp Driskell, and Eduardo Salas. 2017. Teamwork under stress. *The Wiley Blackwell handbook of the psychology of team working and collaborative processes* (2017), 297–315.
- [5] James E. Driskell, Eduardo Salas, and Joan Johnston. 1999. Does stress lead to a loss of team perspective? *Group dynamics: Theory, research, and practice* 3, 4 (1999), 291.
- [6] Steven J. Karau and Janice R. Kelly. 2004. Time pressure and team performance: An attentional focus integration. In *Time in groups*. Emerald Group Publishing Limited.
- [7] Richard S. Lazarus. 1990. Theory-based stress measurement. *Psychological inquiry* 1, 1 (1990), 3–13. Publisher: Taylor & Francis.
- [8] Gerald Matthews, D. Roy Davies, Rob B. Stammers, and Steve J. Westerman. 2000. *Human performance: Cognition, stress, and individual differences*. Psychology Press.
- [9] K. Moorthy, Y. Munz, A. Dosis, S. Bann, and A. Darzi. 2003. The effect of stress-inducing conditions on the performance of a laparoscopic task. *Surgical Endoscopy and Other Interventional Techniques* 17, 9 (2003), 1481–1484. Publisher: Springer.
- [10] Xueni Pan and Antonia F. de C. Hamilton. 2018. Why and how to use virtual reality to study human social interaction: The challenges of exploring a new research landscape. *British Journal of Psychology* 109, 3 (2018), 395–417. Publisher: Wiley Online Library.
- [11] C. D. Spielberger, R. L. Gorsuch, R. Lushene, P. R. Vagg, and G. A. Jacobs. 1983. Manual for the state-trait anxiety scale. *Consulting Psychologists* (1983).
- [12] Rick Van der Kleij, Jameela TE Lijkwan, Peter C. Rasker, and Carsten KW De Dreu. 2009. Effects of time pressure and communication environment on team processes and outcomes in dyadic planning. *International Journal of Human-Computer Studies* 67, 5 (2009), 411–423.