



HAL
open science

Effets de stimuli externes non pertinents sur la créativité.

Charles Mille, Sylvain Fleury, Simon Pasi, Kevin Fournier, Lisa Izzouzi, Sébastien Duchosoy, Thomas Jean-Louis, Olivier Christmann, Simon Richir

► **To cite this version:**

Charles Mille, Sylvain Fleury, Simon Pasi, Kevin Fournier, Lisa Izzouzi, et al.. Effets de stimuli externes non pertinents sur la créativité.. EPIQUE, Jul 2019, Lyon, France. pp.8. hal-02303945

HAL Id: hal-02303945

<https://hal.science/hal-02303945v1>

Submitted on 2 Oct 2019

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.

Effets de stimuli externes non pertinents sur la créativité.

**MILLE Charles, FLEURY Sylvain, PASI Simon, FOURNIER Kévin, IZZOUZI Lisa, DUCHOSSOY Sébastien,
JEAN-LOUIS Thomas, CHRISTMANN Olivier, RICHIR Simon**

charles.mille[a]ensam.eu, sylvain.fleury[a]ensam.eu, simon.pasi[a]ensam.eu,
kevin.fournier[a]ensam.eu, lisa.izzouzi[a]ensam.eu, sebastien.duchossoy[a]ensam.eu, thomas.jean-
louis[a]ensam.eu, olivier.christmann[a]ensam.eu, simon.richir[a]ensam.eu
Arts et Métiers ParisTech LAMPA, 2 boulevard Ronceray, 49000 Angers

Catégorie de soumission : communication courte
Activités de conception et créativité

RÉSUMÉ

Lors d'activités de créativité, les stimuli externes à la tâche peuvent être considérés comme potentiellement inspirants ou à l'inverse gênants. L'hypothèse de la présente étude était que les activités créatives, lorsqu'elles sont réalisées avec une contrainte temporelle, sont négativement affectées par l'apparition de stimuli externes. Après une passation d'une cinquantaine de participants, nous avons constaté plusieurs effets sur la créativité dans les différentes conditions expérimentales. Notamment, l'ajout d'une lueur au déplacement aléatoire a un impact négatif sur la créativité dans une tâche de dessin immersif. Alors que, durant une activité d'écriture, la diffusion d'une émission de radio a permis d'augmenter le nombre d'idées par participant. L'étude qui a été menée a permis de constater plusieurs effets des stimuli présents dans l'environnement sur la créativité. Ces résultats permettent de contribuer à produire des préconisations pour la conception d'outils immersifs pour les activités d'idéation dans les processus de conception.

MOTS-CLÉS

Créativité, réalité virtuelle, charge cognitive.

1 INTRODUCTION

Dans un contexte souvent très concurrentiel, beaucoup d'entreprises sont contraintes d'adapter leur offre de manière dynamique pour répondre à l'évolution de la demande. Une des clefs de cette adaptation se trouve dans la capacité à produire des innovations incrémentales ou radicales.

Les technologies émergentes (réalité virtuelle et augmentée, intelligence artificielle, objets connectés...) peuvent être à même d'outiller les activités liées au processus d'innovation et plus spécifiquement durant la phase de créativité. Il est dès lors nécessaire d'adopter une approche centrée utilisateur afin d'identifier les outils les plus adéquats pour la favoriser. Cela passe par l'étude du facteur humain afin de comprendre les mécanismes mis en place et les ressources cognitives mobilisées lors des différentes activités mises en œuvre dans le processus d'innovation.

Il est d'usage de considérer que pour être créatif, il faut que les supports utilisés soient simples et épurés afin d'éviter qu'ils ne distraient l'utilisateur (Kosmadoudi et al., 2013). Aussi, dans le but de simplifier les tâches de créativité, quelques travaux récents ont mis en lumière le potentiel des outils de réalité virtuelle par rapport aux outils classiques dans ce domaine. Ainsi, Yang et al. (2018) ont comparé les performances dans une tâche de créativité entre une condition « papier/crayon » et une condition « réalité virtuelle ». L'usage de la réalité virtuelle permet dans cette étude de traiter la tâche de créativité comme une activité de dessin à l'échelle 1, ce qui conduit à de meilleures performances de créativité que le dessin à la main (Rieuf, 2013). Dans une logique proche, Feeman, Wright et Salmon (2018) ont comparé l'usage d'un logiciel de Conception Assistée par Ordinateur (CAO) à celui d'un équivalent basé sur un outil de réalité virtuelle. Là encore, la simplification des interactions résultant

du passage par les gestes naturels des utilisateurs tend à faciliter les tâches de créativité. D'ailleurs, cette idée selon laquelle le geste naturel serait bénéfique à la créativité est souvent communément adoptée (e.g. Nakagawa, 2005). En simplifiant les interactions, les ressources cognitives sont moins mobilisées pour l'utilisation de l'outil et plus disponibles pour répondre à la tâche de créativité. Cependant, les stimuli issus de l'environnement peuvent avoir un effet bénéfique sur la créativité. En effet, lors de l'incubation d'une idée, maintenir un niveau de charge cognitive intermédiaire grâce à une tâche externe permet d'augmenter la créativité, plus qu'une charge cognitive élevée ou nulle (Baird et al., 2012). Néanmoins, ces effets positifs de la charge mentale sur la créativité ne semblent apparaître que pendant les phases d'incubation des idées. Enfin, en 1983, Amabile propose un modèle détaillant les mécanismes étant mobilisés pendant les activités de créativité. Le modèle présenté détaille les mécanismes de créativité en plusieurs étapes, chaque étape étant initialement alimentée par la motivation et les connaissances du participant. Le modèle montre aussi que les stimuli externes et l'environnement peuvent avoir une influence sur la représentation du problème, mais aussi les processus de proposition de réponses. Ainsi, ces composantes nous semblent d'autant plus essentielles à prendre en considération pour la constitution des outils numériques pour accompagner la créativité.

L'objectif de la présente étude est d'observer les effets des stimuli externes non pertinents sur la performance de créativité. Au vu des travaux précédemment évoqués, nous pensons que l'ajout d'un stimulus dans l'environnement de travail aura un effet sur la charge mentale qui fera diminuer la créativité.

2 MÉTHODES

2.1 Participants

L'échantillon de participants pour cette étude était composé de 30 hommes et 15 femmes recrutés parmi des étudiants et des salariés présents dans la structure du Laval Virtual Center. Les participants étaient familiers avec les applications de réalité virtuelle, évitant ainsi les éventuels biais liés à la nouveauté. Les participants avaient en moyenne 25,4 ans (Écart-type = 6,0), le plus jeune avait 18 ans et le plus âgé 54 ans.

2.2 Matériels et méthodes

Dans un premier temps, les participants devaient remplir un formulaire d'informations démographique. Ils étaient ensuite amenés à exécuter deux tâches de créativité, l'une audio verbale et l'autre visuospatiale. À la suite de chacune de ces deux tâches, le questionnaire de mesure de la charge mentale de Klepsch et al. (2017) était administré. Ce questionnaire permet de mesurer la charge mentale intrinsèque (charge mentale utilisée pour traiter la tâche demandée), germane (charge mentale mobilisée pour l'utilisation des outils liés à la tâche) et extrinsèque (charge mentale mobilisée pour le contexte et l'environnement de la tâche) (Sweller, van Merriënboer, & Paas, 1998) du participant. Les participants devaient réaliser chaque tâche de créativité. Elles étaient réalisées dans une condition, soit "avec stimulus externe", soit "sans stimulus externe".

La tâche de créativité audio-verbale était inspirée de l'étude de Roni Reiter-Palmon et al. (2009). Elle consistait pour les participants à donner une suite d'idées liées à une problématique fictive. Pour notre expérience, il était demandé aux participants de proposer des réponses courtes à la situation suivante : « *Quelles seraient les conséquences si soudainement nous ne pouvions plus utiliser nos bras et nos jambes ?* » Pour cette tâche, le stimulus était fait à l'aide de haut-parleurs diffusant une émission de radio enregistrée n'ayant pas de lien avec le thème de la créativité verbale. La proposition d'idées se faisait à l'aide d'un logiciel développé pour l'expérience. Il permettait de récupérer le nombre de mots proposés par le participant, le nombre de corrections, le temps entre chaque mot et le temps de saisie (voir figure 1). La tâche de créativité audio verbale durait cinq minutes. La fin de la tâche était marquée par l'arrêt de l'application. Un rappel visuel était donné à l'utilisateur pour lui indiquer qu'il lui restait moins d'une minute.

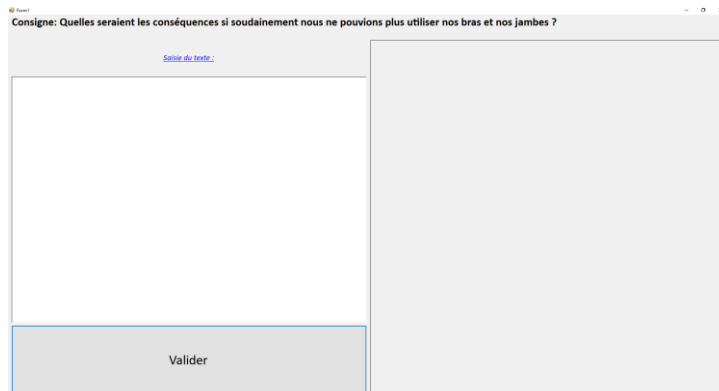


Figure 1 : Interface de l'application de saisie de texte pour la condition de créativité audio verbale

La tâche visuospatiale de créativité était un dessin 3D à réaliser répondant à partir d'une problématique donnée, qui était : « *Le cartable des étudiants est trop lourd, proposez des systèmes ou des solutions innovantes pour y répondre* ». Les dessins étaient réalisés à l'aide de l'application de réalité virtuelle Time2Sketch¹(voir figure 2) comprenant un sac à dos au milieu d'une pièce blanche. Un bouton « Save » est présent dans la scène permettant aux participants de sauvegarder leur idée et recommencer. Une session de 5 à 10 minutes d'apprentissage, sous forme de dessin libre, était prévue avant de l'énoncé de la problématique. Le stimulus était un halo lumineux se déplaçant aléatoirement dans l'espace autour du participant. Les participants réalisaient cette tâche à l'aide d'un HTC Vive et d'un ordinateur. La tâche de créativité visuospatiale durait cinq minutes. Un rappel verbal était donné à l'utilisateur pour lui indiquer qu'il restait moins d'une minute avant la fin de l'expérience. Cette même application était ensuite utilisée par le jury lors de la notation des différentes idées.



Figure 2 : Application Time2Sketch de dessin 3D en réalité virtuelle

Les idées produites lors de ces deux tâches de créativité sont ensuite soumises à un comité de trois personnes en suivant la méthode d'évaluation de Cropley et Cropley (2008).

3 RÉSULTATS

3.1 Résultats de la tâche de dessin

Concernant la tâche de dessin, un test de Levene a été effectué pour vérifier l'homogénéité des distributions du nombre d'idées obtenues en fonction du stimulus. Celui-ci révèle une homoscedasticité² acceptable ($F(1;45) = 0,63$; $p = 0,432$). On peut constater une différence

¹ Application de dessin immersif en 3D développé dans le cadre de la chaire Time To Concept de l'institut des Arts et Métiers à Laval.

² L'homoscedasticité d'un jeu de données est avérée lorsque les variances des erreurs stochastiques de la régression sont équivalentes. Quand les variances des erreurs sont différentes, on parle d'hétéroscedasticité.

significative entre la tâche sans stimulus ($M = 5,59$; $SD = 1,95$) et la tâche avec stimulus ($M = 2,72$; $SD = 1,22$), $F(1 ; 45) = 4,538$; $MSE = 11,750$; $p = 0,038$ (voir tableau 1 et figure 3).

Tableau 1 : Moyennes et écarts-types du nombre d'idées en fonction de la présence du stimulus

	Nombres d'idées proposées	
	M	SD
Sans stimulus	5,39	1,95
Avec stimulus	2,72	1,22

Ces premiers résultats vont dans le sens de notre hypothèse : un stimulus externe diminue la performance de créativité pour notre tâche de dessin. Une partie des résultats a donc été écartée, car elle ne répondait pas à la consigne ou que la représentation ne permettait aucune interprétation.

Sur ce nouveau jeu de donnée, nous avons réalisé en premier lieu un test de Levene pour vérifier l'homogénéité des distributions. Encore une fois, l'homoscédasticité est acceptable ($F(1 ; 45) = 0,22$; $p = 0,639$). Cependant, aucune différence significative n'a été constatée entre la tâche sans stimulus ($M = 5,391$; $SD = 2,59$) et avec stimulus ($M = 4,5$; $SD = 1,64$), ($F(1;45) = 1,67$; $MSE = 5,519$; $p = 0,203$).

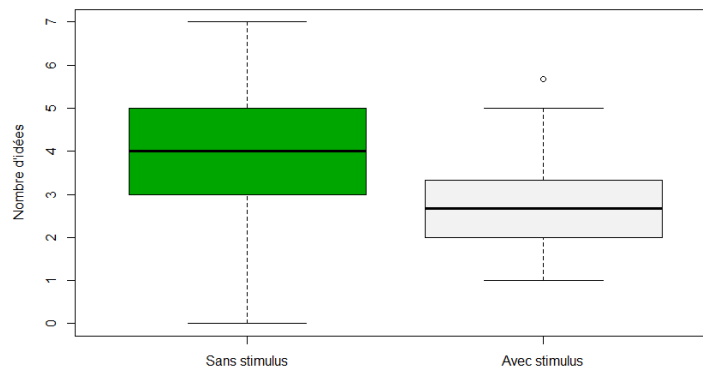


Figure 3 : Diagramme en boîte à moustaches du nombre d'idées en fonction du stimulus pour la tâche de dessin.

Nous n'avons trouvé aucune différence significative pour le nombre d'idées rejetées en fonction de la présence du stimulus $F(1 ; 45) = 0,47$; $MSE = 0,84$; $p = 0,497$. Nous avons ensuite étudié l'influence du stimulus sur les idées émises en fonction des différents critères de Cropley et Cropley (2008). Nous avons utilisé les facteurs de nouveauté, d'élégance et de généralisation pour la suite de nos analyses. Pour chacun des facteurs, avons obtenu une homoscédasticité acceptable (voir tableau 2). Cependant, les différentes ANOVA effectuées nous montrent qu'il n'y a aucune différence significative entre les deux conditions (voir tableau 2). Ainsi ces résultats démontrent notre stimulus n'a aucune influence sur le nombre d'idées proposées répondant à la consigne, ni sur la qualité créative des idées proposées. De plus, le stimulus proposé n'a pas non plus permis aux participants d'être plus créatifs en offrant une influence directe de l'environnement, comme suggéré par le modèle d'Amabile (1983).

L'analyse des données a été complétée par la notation des idées grâce à la méthode de Cropley et Cropley (2008).

Tableau 2 : Tests de Levene et ANOVA appliqués aux résultats de nouveauté, élégance et de généralisation des différentes idées pertinentes proposées par les participants

	Homoscédasticité		ANOVA		
	F	p	F	MSE	p
Nouveauté	1,91	0,29	0,17	1,65	0,68
Élégance	1,15	0,196	0,07	0,41	0,79
Généralisation	1,72	0,28	0,66	2,35	0,42

Nous pouvons nous demander si le stimulus a permis d'augmenter la charge cognitive, mesure réalisée à l'aide du questionnaire de Klepsch et al. (2017), et sur quelles composantes, et si l'augmentation de la charge cognitive influence la créativité. Nous avons dans un premier temps vérifié l'homogénéité des distributions de la charge cognitive intrinsèque, extrinsèque et germane. Ces derniers tests révèlent une homoscedasticité acceptable pour les charges intrinsèques et germanes (voir tableau 3), mais pas pour la charge extrinsèque. Cependant, nous ne constatons aucune différence significative entre les trois types de charges cognitives en fonction de la présence ou non du stimulus dans l'environnement.

Tableau 3 : Tests de Levene, ANOVA et Kruskal-Wallis appliqués aux résultats de la charge cognitive en fonction de la présence du stimulus.

	Homoscedasticité		ANOVA			Kruskal-Wallis	
	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>MSE</i>	<i>p</i>	χ^2	<i>p</i>
Charge intrinsèque	1,26	0,27	1,43	1,94	0,24		
Charge extrinsèque	4,49	0,04				1,36	0,24
Charge germane	0,71	0,40	0	0	0,99		

Enfin, nous avons testé les corrélations possibles entre la qualité créative, les différentes composantes de la charge mentale et le nombre d'idées proposées. Nous notons une corrélation négative entre le nombre d'idées répondant à la problématique et la charge cognitive intrinsèque ($r(43) = -0,35$; $p = 0,018$).

3.2 Résultats la tâche d'écriture

Concernant la tâche verbale, un test de Levene a été réalisé pour vérifier l'homogénéité des variances du nombre de résultats en fonction du stimulus. Ce dernier révèle une homoscedasticité acceptable ($F(1,39) = 0,046$; $p = 0,83$). Cependant, on ne constate qu'une faible différence entre la condition avec stimulus ($M = 11$; $SD = 4,88$) et la condition sans stimulus ($M = 10,86$; $SD = 4,94$; voir figure 3), cette différence n'étant pas significative, $F(1 ; 39) = 0,009$; $MSE = 0, 209$: $p = 0,92$. Ces résultats tendent à indiquer que diffuser une émission de radio pendant la tâche n'a pas d'influence sur le processus de génération d'idée et donc sur le nombre de propositions.

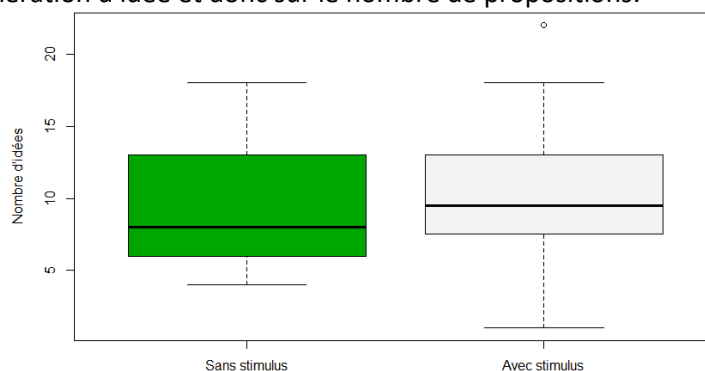


Figure 4 : Diagramme en boîte à moustaches du nombre de résultats en fonction du stimulus pour la tâche verbale.

Une partie des propositions a été écartée, car elle ne répondait pas à la consigne. Sur ce nouveau jeu de données, l'homoscedasticité est acceptable ($F(1 ; 39) = 0,047$; $p = 0,831$). Comme précédemment, nous ne constatons aucune différence significative entre la condition avec stimulus ($M = 10,05$; $SD = 4,99$) et sans stimulus ($M = 9,52$; $SD = 4,23$), $F(1 ; 39) = 0,133$; $MSE = 2,836$; $p = 0,718$. De plus, nous ne constatons aucune différence significative entre le nombre d'idées rejetées avec stimulus et sans stimulus, $F(1 ; 39) = 0,283$; $MSE = 1,505$; $p = 0,598$. Nous avons ensuite étudié l'influence du stimulus sur la créativité en fonction des critères de Cropley et Cropley (2008). Comme

pour la tâche de dessin, les critères de nouveauté, d'élégance et de généralisation ont été étudiés. Pour chacun des critères, les différents jeux de données ont une homoscédasticité acceptable. Toutefois, nous ne trouvons aucune différence significative (voir tableau 4).

Tableau 4 : Tests de Levene et ANOVA appliqués aux résultats de nouveauté, élégance et de généralisations des différentes idées pertinentes proposées par les participants

	Homoscédasticité		ANOVA		
	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>MSE</i>	<i>p</i>
Nouveauté	0,014	0,9	0,119	0,626	0,73
Élégance	0,49	0,49	1,328	4,05	0,25
Généralisation	0,49	0,49	1,047	3,26	0,31

Toujours dans la même démarche que précédemment, nous avons étudié quelles sont les influences du stimulus sur la charge cognitive. L'homoscédasticité est acceptable pour la charge cognitive extrinsèque et germane en fonction de la présence du stimulus. Nous constatons que le stimulus influence la charge cognitive intrinsèque et extrinsèque (voir tableau 5).

Tableau 5 : Tests de Levene, ANOVA et Kruskal-Wallis appliqués aux résultats de charge cognitive en fonction de la présence du stimulus.

	Homoscédasticité		ANOVA			Kruskal-Wallis	
	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>MSE</i>	<i>p</i>	χ^2	<i>p</i>
Charge intrinsèque	2,97	0,09				10,31	0,001
Charge extrinsèque	0,94	0,33	12,12	22,42	0,001		
Charge germane	0,25	0,62	3,5	8,28	0,07		

Pour compléter l'analyse de ces résultats, nous avons étudié les corrélations possibles entre le nombre d'idées générées et la charge cognitive intrinsèque, extrinsèque et germane. Nous constatons dans chaque cas une corrélation positive pour les charges intrinsèque et extrinsèque (voir tableau 6).

Tableau 6 : Résultats des corrélations entre les charges cognitives et le nombre d'idées proposées

	<i>p</i>	Corrélation
Charge intrinsèque	0,047	0,31
Charge extrinsèque	0,017	0,37
Charge germane	0,777	0,05

De plus, nous constatons que la charge cognitive extrinsèque est en effet corrélée positivement avec le nombre d'idées proposées en présence du stimulus (voir tableau 7).

Tableau 7 : Résultats des corrélations entre les charges cognitives et le nombre d'idées proposées avec la présence du stimulus

	<i>p</i>	Corrélation
Charge intrinsèque	0,080	0,40
Charge extrinsèque	0,026	0,49
Charge germane	0,781	0,07

D'après ces derniers résultats, nous pouvons constater que le stimulus a bien fait augmenter la charge cognitive intrinsèque et extrinsèque. Les charges intrinsèque et extrinsèque semblent avoir une influence positive sur le nombre d'idées proposées. Cependant, nous ne notons aucune influence sur la qualité des idées proposées par les sujets.

4 CONCLUSION

L'objectif initial de cette expérience était d'observer l'influence des stimuli externes non pertinents sur deux tâches de créativité, visuospatiale et audio verbale. Dans la tâche de dessin, nous avons observé que la présence du stimulus (la lueur bleue) fait diminuer le nombre d'idées générées des participants. Nous constatons aussi une corrélation négative entre le nombre d'idées générées et la charge cognitive intrinsèque. Ces résultats nous montrent qu'un stimulus visuel simple peut faire diminuer le nombre total d'idées générées. Ces résultats indiquent aussi que le stimulus ajouté à l'application de dessin fait diminuer le nombre d'idées générées sans pour autant faire augmenter la charge cognitive. Cependant, nous constatons aussi une corrélation négative entre le nombre d'idées générées et la charge cognitive intrinsèque. Il est donc envisageable de penser que les qualités hédoniques associées à l'application de dessin à favoriser une certaine liberté et divergence dans les réponses par rapport à la problématique d'origine. Cette volonté de proposer de nombreuses idées peut démontrer un certain engagement dans la tâche et donc les participants ont ressenti un hédonisme plus important (Amabile, 1983).

Le niveau relativement élevé d'homogénéité du type d'idées proposées (« faire rouler ou voler le sac ») laisse penser à un effet de fixation (Jansson et Smith, 1991). Des analyses complémentaires n'ont pas permis d'établir de lien entre cette fixation et la présence du stimulus. Le stimulus proposé ne semble pas avoir été interprété par les sujets et ne pas avoir apporté une inspiration supplémentaire par du contexte.

Pour la tâche de rédaction, nous avons constaté que le stimulus proposé n'a pas permis de diminuer le nombre ni la qualité des idées proposées. Nous n'avons également pas constaté d'influence du stimulus sur la qualité des idées proposées par les participants. Cependant, nous constatons que l'émission de radio (proposé comme stimulus) a augmenté la charge cognitive intrinsèque et extrinsèque des participants. De plus, nous avons trouvé une corrélation positive entre la charge cognitive intrinsèque et extrinsèque et le nombre d'idées proposées. De plus, nous avons trouvé une corrélation positive entre le nombre d'idées générées en présence du stimulus et la charge cognitive extrinsèque. Ces derniers résultats montrent que la charge cognitive intrinsèque est importante pour la génération d'idées. Les résultats en lien avec la charge cognitive extrinsèque montrent que l'émission de radio permet de stimuler de la créativité, en fournissant une source d'inspiration ou bien en rendant la tâche globalement plus stimulante, moins ennuyeuse. Ces résultats vont dans le sens du modèle d'Amabile (1983), qui propose que lors des processus mentaux de la créativité, l'environnement joue un rôle certain dans les processus mentaux de génération d'idées.

Au travers de cette expérience, nous constatons que les stimuli et applications proposés ont eu des influences différentes sur la créativité. Cependant, l'influence des stimuli n'était pas assez importante pour constater une réelle variation de la charge cognitive chez les participants qui induirait une chute de la créativité. Au regard de nos résultats, nous pensons que l'interprétation pouvant être faite du stimulus a une influence sur la créativité. Pour la tâche d'écriture, l'émission de radio pouvait être comprise et donc traitée de manière consciente ou non, ce qui a permis une meilleure génération d'idées. La tâche de dessin présentait un stimulus abstrait ne pouvant pas être interprété. Nous avons constaté qu'une simple luciole faisait diminuer le nombre d'idées proposées. Nous avons, grâce à cette étude, identifié plusieurs facteurs essentiels à la conception d'une application de réalité virtuelle pour soutenir la créativité. Cette expérience souligne l'importance de limiter les stimuli visuels, même discrets, dans un environnement de créativité. Cela nous incite à penser que les applications virtuelles de créativité doivent limiter au maximum la charge du champ visuel. Toutefois, il est intéressant de laisser l'accès à un environnement plus riche afin de déclencher de nouvelles inspirations ou permettre une nouvelle stimulation externe (Amabile, 1983 ; Lecossier, 2018).

5 TRAVAUX FUTURS

Cette expérience nous a permis d'initier des travaux centrés sur l'utilisation des technologies émergentes au service de la créativité et de l'innovation. Cette étude a permis de constater qu'un simple stimulus abstrait peut avoir des conséquences sur la créativité. Elle a permis de constater

plusieurs effets et thématiques pertinentes à étudier pour la conception d'applications assistant la créativité. Deux principaux axes de recherche émergent de ce travail. Le premier consiste à étudier l'influence de l'environnement sur la créativité. En effet, la possibilité d'interprétation des stimuli de l'environnement semble être déterminante dans les processus de créativité et l'environnement peut donc être envisagé comme élément stimulant la créativité. Il nous semble donc important d'étudier quels paramètres constituant l'environnement influencent la créativité (le mouvement, l'animation ou bien la sémantique). Le second axe porte sur l'étude des différents outils pouvant être appliqués à la créativité. L'enfermement dans certaines stratégies d'utilisation des applications liées à leur complexité peut constituer un frein à la créativité, mais aussi être associé à plus de précision, favorisant la communicabilité des idées.

Enfin, nous avons constaté dans cette étude que les aspects hédoniques influencent les idées proposées par les sujets. Une étude centrée ergonomie des interfaces permettra de mettre en valeur quels éléments de l'ergonomie sont importants et influent lors des activités de créativité.

6 BIBLIOGRAPHIE

- Amabile, T. M. (1983). The social psychology of creativity: A componential conceptualization. *Journal of personality and social psychology*, 45(2), 257.
- Amabile, T. M. (1983). The social psychology of creativity: A componential conceptualization. *Journal of personality and social psychology*, 357.
- Baird, B., Smallwood, J., Mrazek, M. D., Kam, J. W., Franklin, M. S., & Schooler, J. W. (2012). Inspired by Distraction: Mind Wandering Facilitates Creative Incubation. *Psychological Science*, 1117-1122.
- Cropley, D., & Cropley, A. (2008). Elements of a universal aesthetic of creativity. (E. P. Foundation, Éd.) *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 2(3), 155.
- Feeman, S. M., Wright, L. B., & Salmon, J. L. (2018). Exploration and evaluation of CAD modeling in virtual reality. *Computer-Aided Design and Applications*, 1-13.
- Jansson, D. G., & Smith, S. M. (1991). Design fixation. *Design Studies*, 12(1), 3-11.
- Klepsch, M., Schmitz, F., & Seufert, T. (2017). Development and Validation of Two Instruments Measuring Intrinsic, Extraneous, and Germane Cognitive Load. *Frontiers in Psychology*, 8, 1997.
- Kosmadoudi, Z., Lim, T., Ritchie, J., Louchart, S., Lui, Y., & Sung, R. (2013). Engineering design using game-enhanced CAD: The potential to augment the user experience with game elements. *Computer-Aided Design*, 777-795.
- Lecossier, A. (2018). Proposal for a model of the upstream stage of innovation to enable a mature industrial company to create radical innovations.
- Nakagawa, M. (2005). On-line Handwriting Recognition For Creativity Human Interfaces. *International Workshop On Document Analysis*, 31-52.
- Reiter-Palmon, R., Illies, J. J., & Kobe-Cross, L. M. (2009). Conscientiousness is not always a good predictor of performance: The case of creativity. *The International Journal of Creativity & Problem Solving*, 27.
- Rieuf, V. (2013). *Impact of the immersive experience on kansei during the early industrial design*.
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J., & Paas, F. G. (1998). Cognitive Architecture and Instructional Design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251-296.
- Torrance, P. E. (1972). Predictive validity of the Torrance tests of creative thinking. *The Journal of Creative Behavior*, 236-262.
- Yang, X., Lin, L., Cheng, P.-Y., Yang, X., Ren, Y., & Huang, Y.-M. (2018). Examining creativity through a virtual reality support system. *Educational Technology Research and Development*, 1231-1254.