

# CAS D'USAGE PROJET INN'COGNITIF

Thèse CIFRE Anaëlle HILY - Conception et évaluation systématique des environnements immersifs pour l'accompagnement des projets en mode Living Lab

Présentation au conseil scientifique de la chaire BEHAVIOUR le 28/04/2022

Directeur

Co-directeur

Co-encadrant

Partenaire industriel

- Pr. Mauricio Camargo - ERPI

- Pr. Jérôme Dinet - 2LPN

- Dr. Laurent Dupont - ERPI

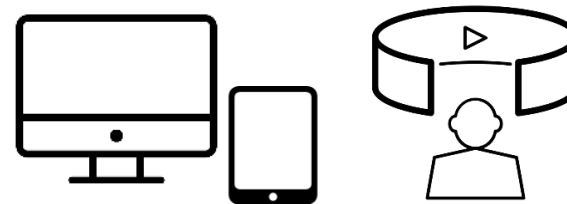
- TEA



# Réalité virtuelle



« La finalité de la **réalité virtuelle** est de permettre à une personne (ou à plusieurs) une activité sensorimotrice et cognitive dans un monde artificiel, créé numériquement, qui peut être imaginaire, symbolique ou une simulation de certains aspects du monde réel. » (Fuchs, 1996)



# Réalité étendue



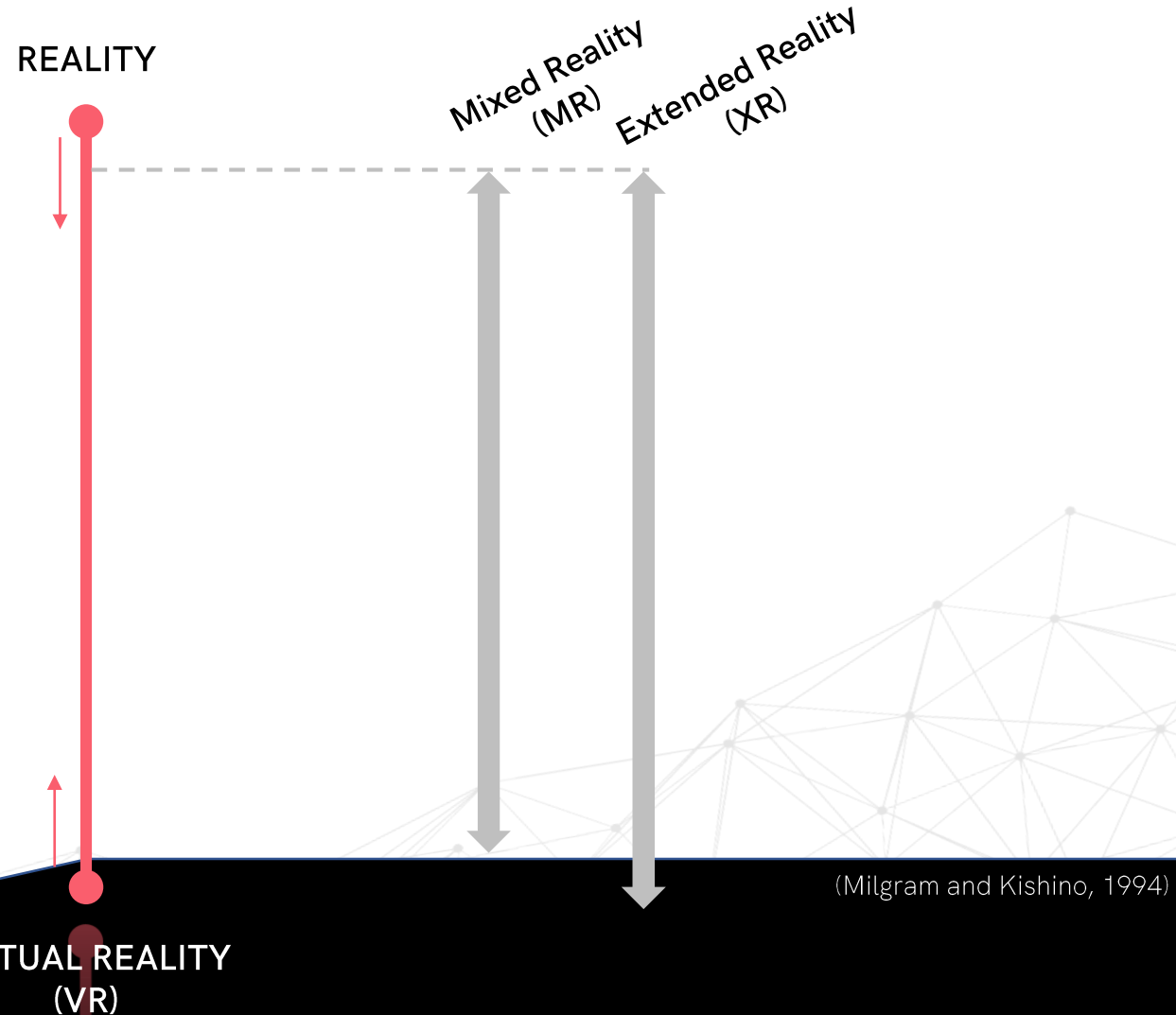
*(Gavish et al., 2015)*

Augmented Reality (AR)



*(Bruder et al., 2009)*

Augmented virtuality



*(Milgram and Kishino, 1994)*

# Applications



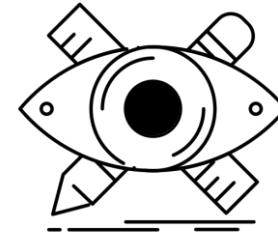
## FORMATION

Immerger les personnes dans des situations dangereuses ou difficiles d'accès



## SUPPORT

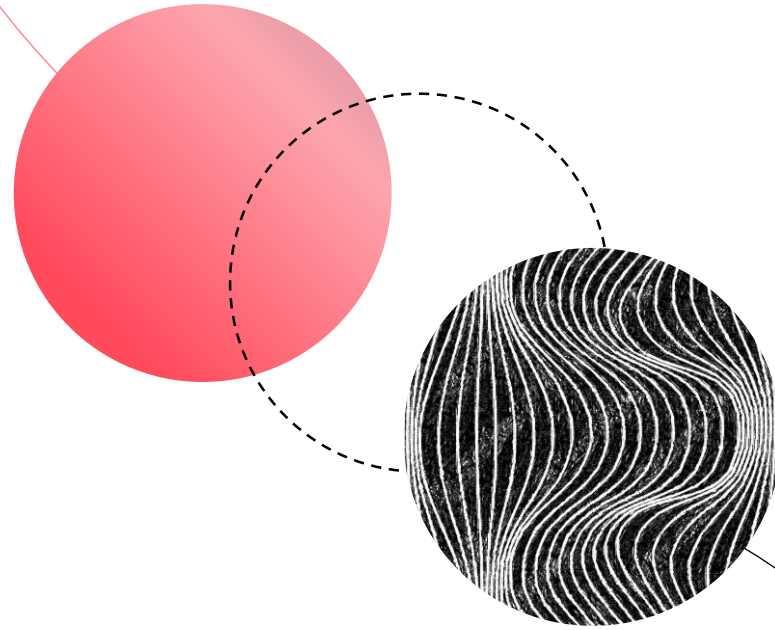
Espaces de collaboration accessibles à distance



## DESIGN

Espace de prototypage, revue de conception, évaluation par l'usage

*(Statista, 2020; Berg et al., 2017; Hamid et al., 2014)*

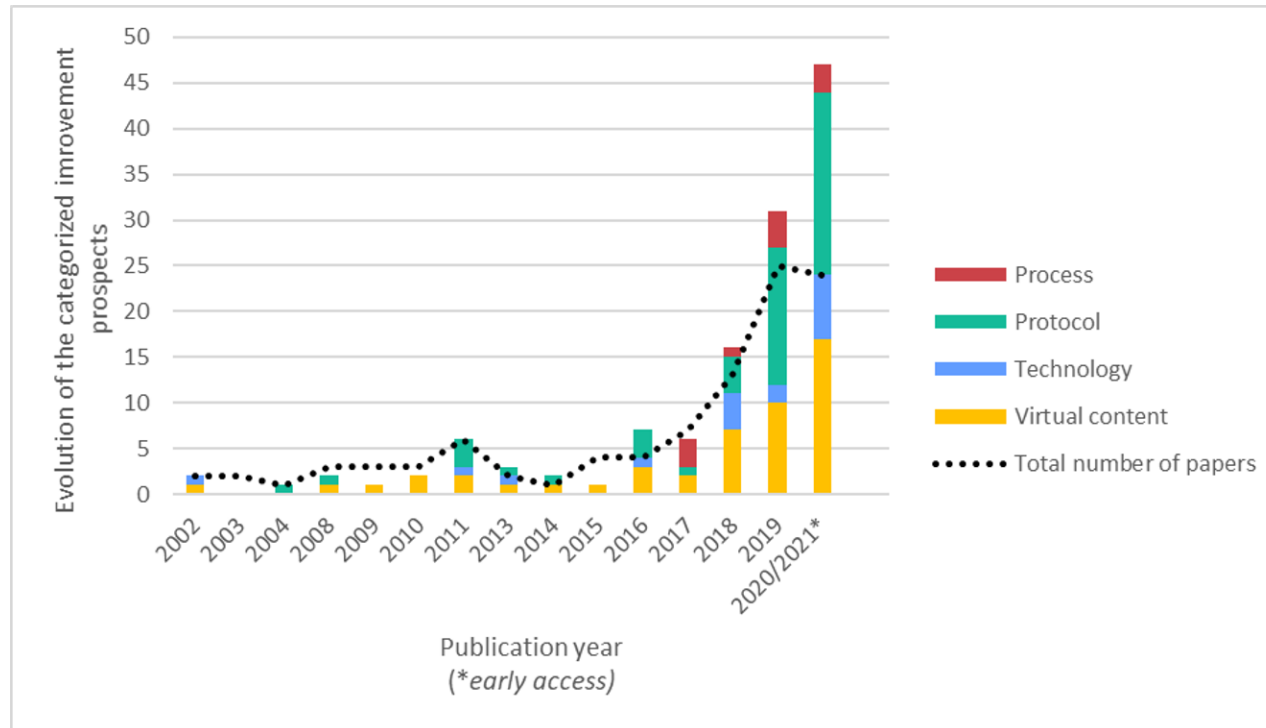


# Challenges de la XR

Process global : Du développement du contenu à son évaluation par l'usage

# Contexte

## Adoption lente du secteur industriel



### LES FREINS

- Visualisation des bénéfices apportés - Pas suffisamment de cas d'usage
- Développement du contenu
- Cadre pour aider la mise en place du process

(Perkins Coie, 2020; Statista, 2020)

Evolution des catégories de perspectives d'amélioration (revue de littérature sur 101 références Hily et al. 2022 en cours de publication)

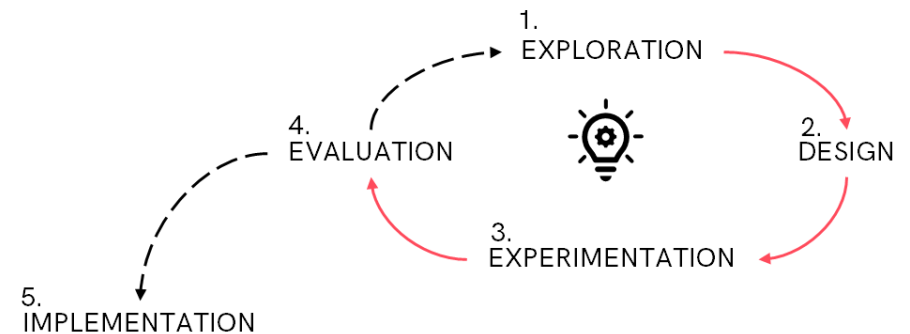
# Process

## Cinétose ou cybersickness

- Vertiges, désorientation, migraines, nausées..
- Dépend de caractéristiques individuelles, de l'interface utilisateur et des caractéristiques techniques du système.

(Davis et al., 2014; Mc Cauley et al., 1992)

## ➡ Approche centrée-utilisateur itérative



Based on the work of the ERPI : Dupont, 2009, 2014; Skiba, 2014; Lacroix, 2019

# Design

Développement de l'environnement 3D et des interactions



(Production du laboratoire commun N-Hum-Inno -J.Michaux)

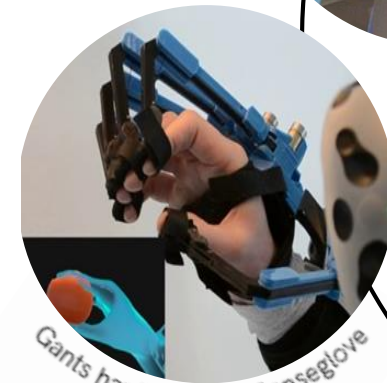


Quel niveau de détail?  
 Intérêt de la dimension multi sensorielle?  
 Environnement statique ou dynamique?  
 Quel niveau d'interaction avec l'environnement?

Choix de la technologie immersive (HMD, Cave, smartphone...)  
 Choix de l'interface de déplacement et des technologies d'interaction (manettes, haptique...)



Motion capture par TEA



Gants haptiques par Senseglove

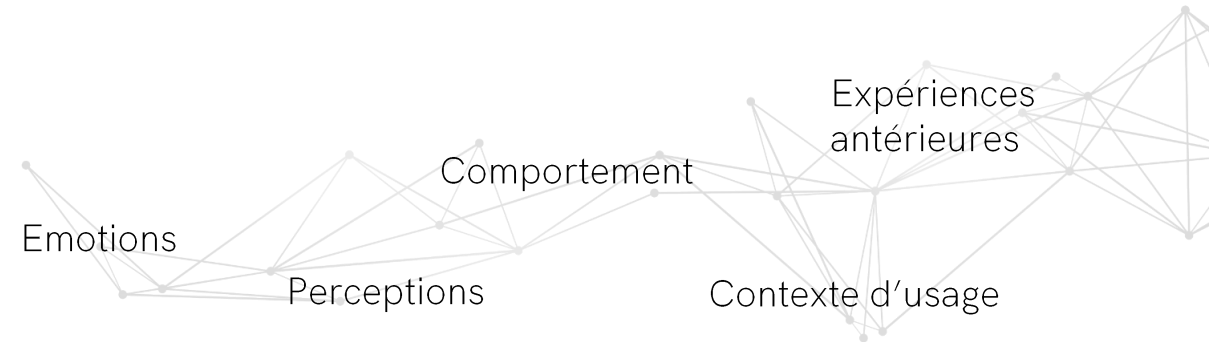
(Fuchs et. al, 2006; Richir et al., 2015; Vi et al., 2019)



# Evaluation par l'usage

## - Expérience utilisateur

“Inclut toutes les émotions, convictions, préférences, perceptions, réactions physiques et psychologiques, comportements et réalisations qui interviennent avant, pendant et après l'utilisation” (ISO 9241-11:2019 norme)



### INDICATEURS SUBJECTIFS



- Questionnaire
- Post expérimentation
- Risque d'oubli ou de réinterprétation
- Besoin d'une expérience antérieure pour faire une comparaison

Indicateur le plus prévalent : **Le sentiment de présence**

(Usoh et al., 2000; Witmer & Singer, 1998)

# Evaluation par l'usage

## - Expérience utilisateur

### INDICATEURS OBJECTIFS

Mesures physiologiques ou biomécaniques

- Permet l'étude de phénomènes inconscients
- Suivi en temps réel
- Ajouter des contraintes au terrain d'expérimentation
- Interprétation délicate

(Kroes et al., 2017; Meehan et al., 2005)

### CONCLUSION

Indicateurs subjectifs – Risque de perte ou de biais

Indicateurs objectifs – Risque de mauvaise interprétation

Approche complémentaire :

- Evaluer le potentiel des capteurs physiologiques
- Evaluation subjective pour aider à l'interprétation des données physiologiques



Motion capture par TEA



# ▶ Démarche recherche - action

## PROCESS

## DEVELOPPEMENT

## EVALUATION UX

### IDEES PRINCIPALES

- Importance de l'approche centrée utilisateur
- Importance de la dimension pluridisciplinaire (Sutcliffe et al. 2019)
- Peu de cadres théoriques disponibles

- Incertitude sur les choix à faire
- Nombreux domaines impliqués

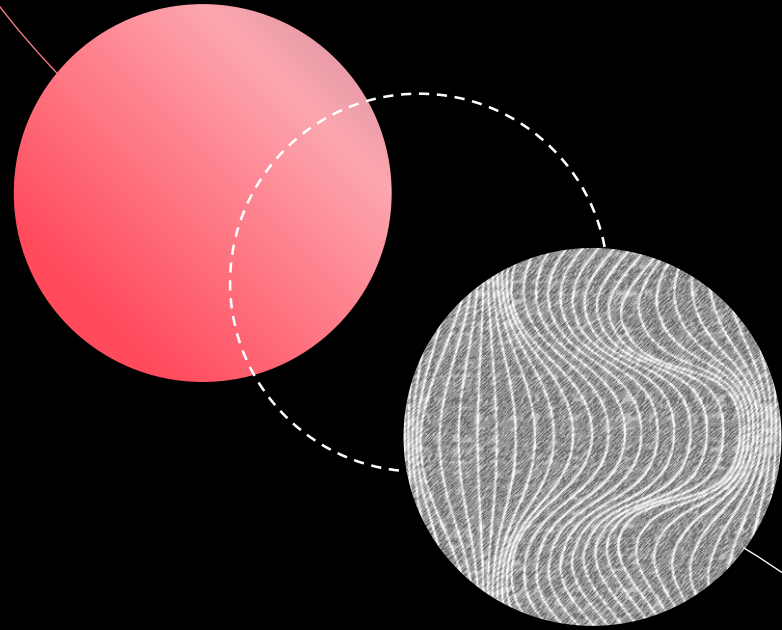
- Limites d'une évaluation exclusivement subjective
- Des technologies d'évaluation physiologique encore immatures

### AXES

- Proposer un cadre théorique standard de développement de systèmes VR intégrant une approche centrée utilisateur et living lab

- Meilleure visibilité sur les ressources mobilisées
- Guider la mise en œuvre d'une approche pluridisciplinaire

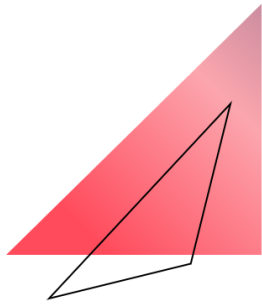
- Implémenter une approche d'évaluation combinée subjective & objective



# Approche expérimentale

Projet multidisciplinarité de l'UL – Projet Inn'Cognitif





# Projet Inn'Cognitif



## Reliability of virtual reality for user experience in spatial cognition: an exploratory approach.

Anaëlle Hily<sup>1,2,3</sup>, Christel Jacob<sup>2,4</sup>, Laurent Dupont<sup>1</sup>, Giovanni Arbelaez<sup>1</sup>, Jérôme Dinet<sup>2</sup>, Mauricio Camargo<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Université de Lorraine, ERPI, EA 3767, F-54000 Nancy, France

<sup>2</sup> Université de Lorraine, 2LPN, EA 7489, F-54000 Nancy, France

<sup>3</sup> TEA (Tech Ergo Appliquées), F-54500 Vandœuvre-lès-Nancy, France

<sup>4</sup> Centre Hospitalier Régional Universitaire, CMRR, F-54511 Vandœuvre-lès-Nancy, France



Laurent Dupont, Anaëlle Hily, Christel Jacob, Giovanni Arbelaez Garces, Mauricio Camargo, et al.  
**Rapport scientifique du Projet « Inn-Cognitif - Innovation, Cognition, Immersion : Apports de la prise en compte de la dimension cognitive dans les expériences d'usage en situation virtuelle ou réelle »** porté par Dr. DUPONT Laurent pôle EMPP - (labo ERPI) et pôle secondaire CLCS (labo 2LPN) dans le cadre du dispositif Appel à projets de l'UL - Interdisciplinarité 2019. [Rapport de recherche] Université de Lorraine. 2021.



# Questions de recherche

**Objectif 1** : Evaluer l'influence de l'anxiété spatiale sur la navigation en réalité virtuelle (indicateurs physiologiques)

**Objectif 2** : Identifier les variables psychologiques expliquant les différences de stratégies d'orientation homme/femme en lien avec l'analyse de l'anxiété spatiale

**Objectif 3** : Evaluer l'efficacité de l'environnement par le biais d'une évaluation combinée de l'expérience utilisateur

**Objectif 4** : Documenter la période de développement, les journées d'expérimentations, les dynamiques de travail...

# Living lab



Experts de la mesure et de l'analyse du comportement humain et de ses interactions avec son environnement.

**TECHNOLOGIE**



Equipe pluridisciplinaire en génie industriel, spécialisée dans l'étude des process innovants

**ENGINEERING&INNOVATION**



Laboratoire lorrain de psychologie et neurosciences de la dynamique des comportements

**NEUROSCIENCES**

« Espaces dans lesquels les parties prenantes forment des partenariats public-privé-personnel (4PS) d'entreprises, d'organismes publics, d'universités, d'utilisateurs et d'autres parties prenantes, qui collaborent tous à la création, au prototypage, à la validation et à l'essai de nouvelles technologies, de nouveaux services, de nouveaux produits et de nouveaux systèmes dans des contextes réels. » (Hossain et al., 2019; Kareborn & Stahlbrost, 2009)

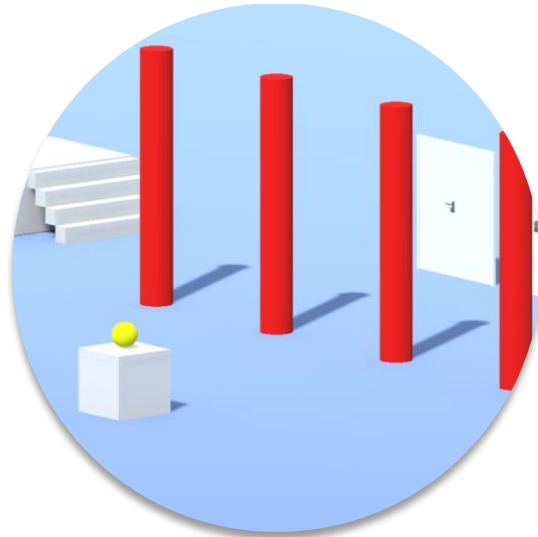
**Intégrer les utilisateurs**

**Rassembler des expertises**

**Apprentissages communs**



# Environnements développés



**Tâche de familiarisation**

Apprivoiser l'interface  
Limiter l'impact de la familiarité  
avec ces technologies



**Tâche neutre**

Navigation guidée afin de mesurer la  
valeur physiologique de base, dans  
une situation sans prise de décision



**Tâche de navigation**

Chercher un objet dans un  
environnement inconnu : tâche  
d'orientation (wayfinding) et  
mémoire spatiale

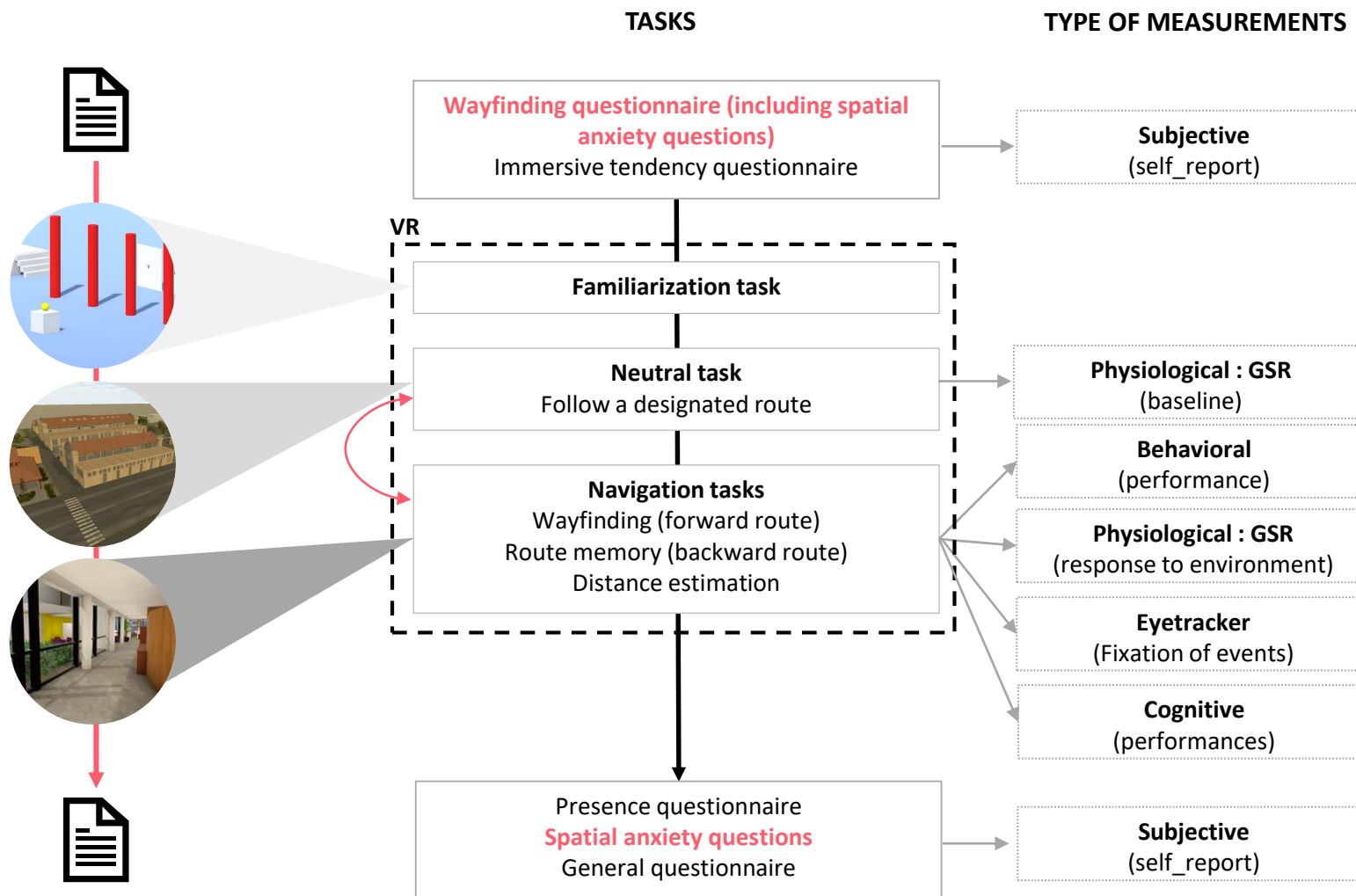
(Environnements virtuels : productions laboratoire commun N-Hum-Inno et ERPI / J.Michaux)  
(Fuchs et al., 2006; Richir et al., 2015)



# Setup & interface

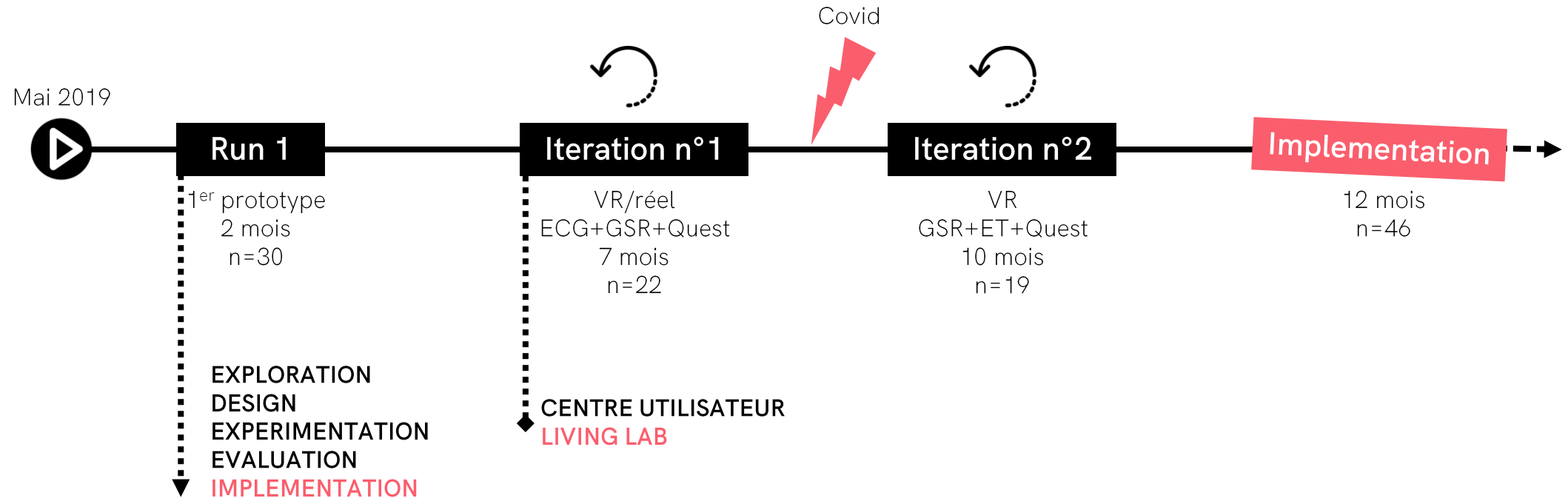


# Procedure



(Hily et al., 2020; Dupont et al., 2021)

# Déroulé du projet



## BILAN

3 ans  
 > 100 participants  
 15 personnes impliquées  
 2 laboratoires (ERPI, 2LPN)  
 1 industriel (TEA)

# Références

- Akin, D. L., Minsky, M. L., Thiel, E. D., & Kurtzman, C. R. (1983). *Space Applications of Automation, Robotics and Machine Intelligence Systems (ARAMIS)—Phase II*. 107.
- Berg, L. P., & Vance, J. M. (2017). Industry use of virtual reality in product design and manufacturing: A survey. *Virtual Reality*, 21(1), 1–17. <https://doi.org/10.1007/s10055-016-0293-9>
- Biocca, F., Harms, C., & Gregg, J. (2001). The Networked Minds Measure of Social Presence: Pilot Test of the Factor Structure and Concurrent Validity. *4th Annual International Workshop on Presence, Philadelphia*.
- Bruder, G., Steinicke, F., Rothaus, K., & Hinrichs, K. (2009). Enhancing Presence in Head-Mounted Display Environments by Visual Body Feedback Using Head-Mounted Cameras. *2009 International Conference on CyberWorlds*, 43–50. <https://doi.org/10.1109/CW.2009.39>
- Davis, S., Nesbitt, K., & Nalivaiko, E. (2014). *A Systematic Review of Cybersickness*. 9.
- Dupont, L. (2009). *Transfert du génie industriel vers l'ingénierie urbaine: Vers une approche collaborative des projets urbains*. 387.
- Dupont, L., Hily, A., Jacob, C., Arbelaez Garces, G., Camargo, M., & Dinet, J. (2021). *Rapport scientifique du Projet " Inn-Cognitif - Innovation, Cognition, Immersion: Apports de la prise en compte de la dimension cognitive dans les expériences d'usage en situation virtuelle ou réelle " porté par Dr. DUPONT Laurent pôle EMPP - (labo ERPI) et pôle secondaire CLCS (labo 2LPN) dans le cadre du dispositif Appel à projets de l'UL - Interdisciplinarité 2019* [Research Report]. Université de Lorraine. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03431919>
- Fuchs, P., Moreau, G., & Burkhardt, J.-M. (2006). *Le traité de la réalité virtuelle Volume 2 - L'interfaçage: L'immersion et l'interaction en environnement virtuel*. <https://hal-mines-paristech.archives-ouvertes.fr/hal-00753814>
- Gavish, N., Gutiérrez, T., Webel, S., Rodríguez, J., Peveri, M., Bockholt, U., & Tecchia, F. (2015). Evaluating virtual reality and augmented reality training for industrial maintenance and assembly tasks. *Interactive Learning Environments*, 23(6), 778–798. <https://doi.org/10.1080/10494820.2013.815221>

# Références

- Hamid, N. S. S., Aziz, F. A., & Azizi, A. (2014). Virtual reality applications in manufacturing system. *2014 Science and Information Conference*, 1034–1037. <https://doi.org/10.1109/SAI.2014.6918317>
- Hily, A., Jacob, C., Dupont, L., Arbelaez, G., Dinet, J., & Camargo, M. (2020). Reliability of virtual reality for user experience in spatial cognition: An exploratory approach. In IJVR (Ed.), *ConVRgence (VRIC) Virtual Reality International Conference 2020* (pp. 68–80). IJVR. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02553833>
- Hossain, M., Leminen, S., & Westerlund, M. (2019). A systematic review of living lab literature. *Journal of Cleaner Production*, 213, 976–988. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.257>
- Insko, B. E. (2003). *Measuring Presence: Subjective, Behavioral and Physiological Methods*. 11.
- Kroes, M. C. W., Dunsmoor, J. E., Mackey, W. E., McClay, M., & Phelps, E. A. (2017). Context conditioning in humans using commercially available immersive Virtual Reality. *Scientific Reports*, 7(1), 8640. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-08184-7>
- Lacroix, J. (2020). *L'approche Urban Living Lab pour insuffler l'innovation en urbanisme? Contribution à la conception d'une ingénierie de pilotage de l'innovation urbaine: Application à l'Opération d'Intérêt National d'Alzette Belval* 358.
- McCauley, M., & Sharkey, T. (1992). Cybersickness: Perception of Self-Motion in Virtual Environment. *Presence*, 1, 311–318. <https://doi.org/10.1162/pres.1992.1.3.311>
- McRoberts, J. (2018). Are we there yet? Media content and sense of presence in non-fiction virtual reality. *Studies in Documentary Film*, 12(2), 101–118. <https://doi.org/10.1080/17503280.2017.1344924>
- Meehan, M., Razzaque, S., Insko, B., Whitton, M., & Brooks, F. P. (2005). Review of Four Studies on the Use of Physiological Reaction as a Measure of Presence in Stressful Virtual Environments. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 30(3), 239–258. <https://doi.org/10.1007/s10484-005-6381-3>
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). *A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays*. Undefined. /paper/A-Taxonomy-of-Mixed-Reality-Visual-Displays-Milgram-Kishino/f78a31be8874eda176a5244c645289be9f1d4317

# Références

- Perkins coie. (2020). *2020 Augmented and virtual reality survey report*. <https://www.gamesindustry.biz/articles/2018-04-12-augmented-and-virtual-reality-consumer-content-market-hits-usd3-2bn>
- Richir, S., Fuchs, P., Lourdeaux, D., Millet, D., BUCHE, C., & Querrec, R. (2015). How to design compelling Virtual Reality or Augmented Reality experience? *International Journal of Virtual Reality*, *15*(1), 35-47.
- Skarbez, R., Brooks, F. P., Jr., & Whitton, M. C. (2017). A Survey of Presence and Related Concepts. *ACM Comput. Surv.*, *50*(6), 96:1-96:39. <https://doi.org/10.1145/3134301>
- Skiba, N. (2014). *Processus d'innovation centré sur l'utilisateur: Identification des besoins et interprétation des données issues de l'intégration de l'utilisateur dans le processus de co-conception*. 237.
- Slater, M. (2003). *A note on presence terminology*.
- Slater, M. (2004). How Colorful Was Your Day? Why Questionnaires Cannot Assess Presence in Virtual Environments. *Presence*, *13*, 484-493. <https://doi.org/10.1162/1054746041944849>
- Statista. (2020). *Extended reality (XR)*. Statista. <https://www-statista-com.bases-doc.univ-lorraine.fr/study/71389/extended-reality-xr/>
- Sutcliffe, A. G., Poullis, C., Gregoriades, A., Katsouri, I., Tzanavari, A., & Herakleous, K. (2019). Reflecting on the Design Process for Virtual Reality Applications. *International Journal of Human-Computer Interaction*, *35*(2), 168-179. <https://doi.org/10.1080/10447318.2018.1443898>
- Usoh, M., Catena, E., Arman, S., & Slater, M. (2000). Using Presence Questionnaires in Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, *9*. <https://doi.org/10.1162/105474600566989>
- Vi, S., da Silva, T. S., & Maurer, F. (2019). User Experience Guidelines for Designing HMD Extended Reality Applications. In D. Lamas, F. Loizides, L. Nacke, H. Petrie, M. Winckler, & P. Zaphiris (Eds.), *Human-Computer Interaction - INTERACT 2019* (Vol. 11749, pp. 319-341). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-29390-1\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-030-29390-1_18)
- Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998). Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, *7*(3), 225-240. <https://doi.org/10.1162/105474698565686>



# CAS D'USAGE PROJET INN'COGNITIF

Thèse CIFRE Anaëlle HILY - Conception et évaluation systématique des environnements immersifs pour l'accompagnement des projets en mode Living Lab

Présentation au conseil scientifique de la chaire BEHAVIOUR le 28/04/2022

Directeur	- Pr. Mauricio Camargo - ERPI
Co-directeur	- Pr. Jérôme Dinet - 2LPN
Co-encadrant	- Dr. Laurent Dupont - ERPI
Partenaire industriel	- TEA

