

# Video game and eye-tracking in support of Alzheimer's research

MSc internship  
Laboratoire LIRIS (Lyon, France)

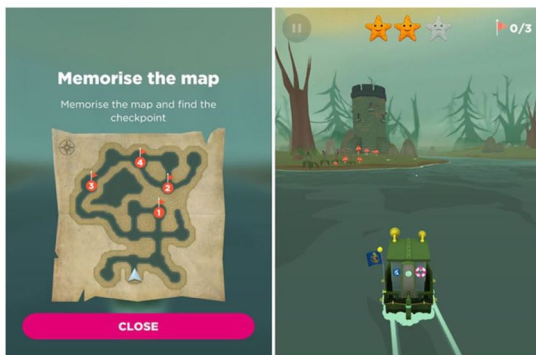
## Introduction

Alzheimer's disease (AD) is the most common major neurodegenerative dementia type. Early and precise diagnosis is essential because it offers an opportunity to intervene in the initial stages, prior to significant neuronal loss. In this project, we focus on cognitive fingerprints for incipient AD based on visual exploration and spatial navigation. These cognitive approaches are widely overlooked by the scientific community, yet highly valuable as they would provide inexpensive, non-invasive alternatives to the state-of-the-art diagnostic palette.

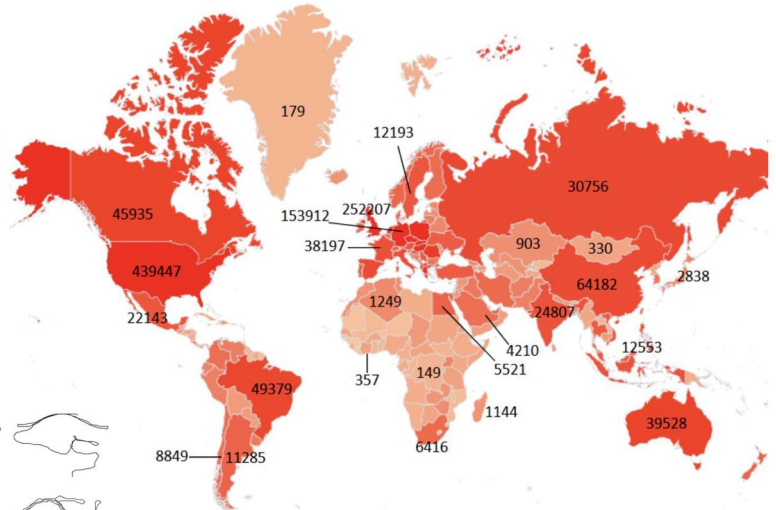
## Objectives

We will jointly record and analyze eye movements and spatial trajectories of controls and patients during a spatial navigation task administered via a video game (Sea Hero Quest), see Figure 1. We will use machine learning algorithms and an existing spatial navigation database of 4 million people from the general population to identify key AD behavioral markers. This work will help doctors to predict, detect and quantify the disease, thereby improving patient care.

a - Screenshot de Sea Hero Quest



c - Nombre de joueurs par pays



b - Heatmap et exemples de trajectoires

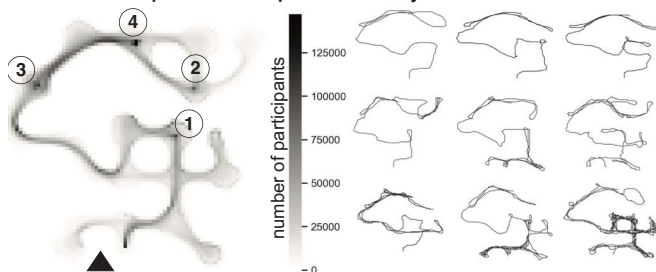


Figure 1: **Sea Hero Quest project** - **a** Screenshots from the video game Sea Hero Quest. **b** Left: heatmap of 171,887 trajectories recorded in level 42. The black triangle indicates the starting position, the numbers represent the ordered set of checkpoints the players have to reach. Right: Trajectory examples ranked by length. **c** Number of players who entered their demographic profile (age, gender, culture...).

## Context and Collaborations

This work is part of the international open science project Sea Hero Quest, a spatial navigation video game that has collected data from over 4 million people in every country in the world. This is one of the largest behavioral databases collected for scientific purposes [1, 2, 3, 4, 5].

The internship is funded by the Agence Nationale de la Recherche project lead par Dr Coutrot, CNRS researcher in cognitive sciences, based at the Laboratoire d'InfoRmatique en Image et Systèmes d'information (LIRIS) à Lyon. The student will collaborate with :

- Dr Antoine Garnier-Crussard, geriatrician at the Centre mémoire ressource recherche des Hospices Civils de Lyon (Lyon University Hospital)
- Prof Hugo Spiers, Professor at University College London (UK)
- Prof Michael Hornberger, Professor at Norwich Medical School (UK)
- Dr Romain Vuillemot, Associate Professor in data visualization and data science at LIRIS.

## Expected work and profile

The student will collect eye-tracking data from controls and AD patients during a spatial navigation task (Sea Hero Quest). These eye movements and spatial trajectories will then be analyzed to extract markers of the disease. Patient data will be compared with that of controls from the large database of 4 million people sharing the same demographic profile (age, gender, culture, etc).

An interest in human behavioral experimentation and data analysis (R, Python or Matlab) is expected, as well as a good level of English. Those interested in pursuing the internship through to a PhD are particularly encouraged to apply.

**Starting time:** from Feb 2024

**CONTACT :** Antoine Coutrot - [antoine.coutrot@cnrs.fr](mailto:antoine.coutrot@cnrs.fr)

**For further information,** read these articles in [The Conversation](#) or in [CNN](#) on the Sea Hero Quest project.

## References

- [1] A. Coutrot, R. Silva, E. Manley, W. de Cothi, S. Sami, V. D. Bohbot, J. M. Wiener, C. Hölscher, R. C. Dalton, M. Hornberger, and H. J. Spiers, "Global Determinants of Navigation Ability," *Current Biology*, vol. 28, no. 17, pp. 2861–2866, 2018.
- [2] G. Coughlan, A. Coutrot, M. Khondoker, A.-M. Minihane, H. Spiers, and M. Hornberger, "Toward personalized cognitive diagnostics of at-genetic-risk Alzheimer's disease," *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2019.
- [3] H. J. Spiers, A. Coutrot, and M. Hornberger, "Explaining World-Wide Variation in Navigation Ability from Millions of People: Citizen Science Project Sea Hero Quest," *Topics in Cognitive Science*, 2021.
- [4] A. Coutrot, E. Manley, S. Goodroe, C. Gahnstrom, G. Filomena, D. Yesiltepe, R. Dalton, J. M. Wiener, C. Hölscher, M. Hornberger, and H. Spiers, "Entropy of city street networks linked to future spatial navigation ability," *Nature*, vol. 604, no. 7904, pp. 104–110, 2022.
- [5] A. Coutrot, A. S. Lazar, M. Richards, E. Manley, J. M. Wiener, R. C. Dalton, M. Hornberger, and H. J. Spiers, "Reported sleep duration reveals segmentation of the adult life-course into three phases," *Nature Communications*, vol. 13, no. 1, p. 7697, 2022.

# Jeux vidéo et eye-tracking au service de la recherche sur la maladie d'Alzheimer

Offre de stage de M2R ou PFE  
Laboratoire LIRIS (Lyon)

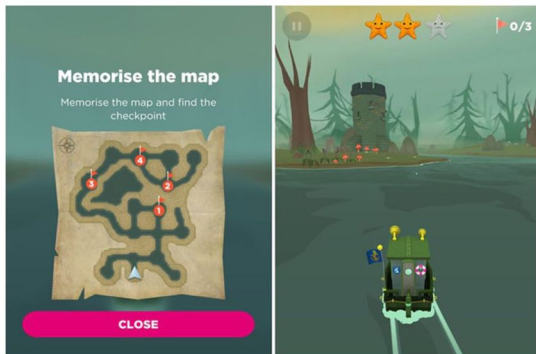
## Introduction

La maladie d'Alzheimer (MA) est la cause de trouble neurocognitif le plus répandu à travers le monde. Un diagnostic précoce est essentiel car il permet d'intervenir dès les premiers stades de la maladie, avant que la perte neuronale ne soit trop importante. Dans ce projet nous nous intéressons aux signatures cognitives de la MA basées sur l'exploration visuelle et l'orientation spatiale. Bien qu'économiques, non invasifs, et faciles à déployer, ces marqueurs cognitifs restent largement sous étudiés par la communauté scientifique.

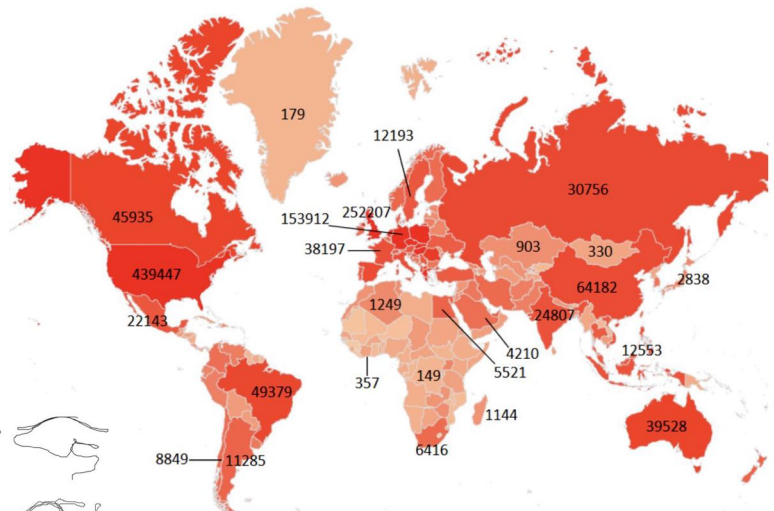
## Objectifs

Nous proposons d'enregistrer conjointement le regard et les trajectoires spatiales de patients à différents stades cliniques pendant une tâche d'orientation spatiale. Nous analyserons conjointement ces trajectoires spatiales et oculaires via la modélisation statistique et l'apprentissage automatique, dans le but de capturer des signatures fiables et interprétables des différents stades de la MA. Ce travail aidera les médecins à prédire, détecter et quantifier la maladie, ce qui améliorera la prise en charge des patients.

a - Screenshot de Sea Hero Quest



c - Nombre de joueurs par pays



b - Heatmap et exemples de trajectoires

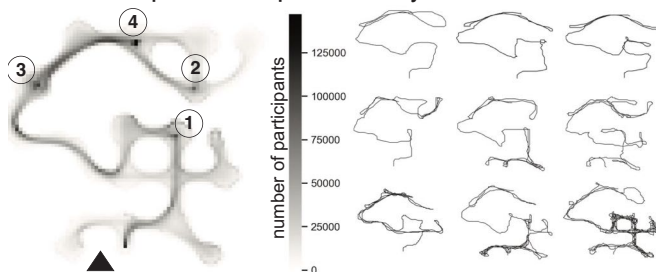


Figure 1: **Projet Sea Hero Quest** - a Screenshots du jeu vidéo Sea Hero Quest. b Gauche: heatmap des trajectoires de 171,887 joueurs du niveau 42. Le triangle noir représente le point et la direction de départ, les chiffres représentent l'ordre et la position des bouées que les joueurs doivent atteindre. Droite: Exemples de trajectoires classées par longueur. c Nombre de joueurs ayant renseigné leur profil démographique (âge, genre, culture...).

## Contexte et Collaborations

Ce travail s'inscrit dans le projet international de sciences ouvertes Sea Hero Quest, un jeu vidéo de navigation spatiale ayant collecté les données de plus de 4 millions de personnes dans tous les pays du monde. Il s'agit d'une des plus grande base de données comportementales collectée à des fins scientifiques [1, 2, 3, 4, 5].

Le stage est financé par un projet de l'Agence Nationale de la Recherche porté par Dr Coutrot, chercheur au CNRS en sciences cognitives, basé au Laboratoire d'InfoRmatique en Image et Systèmes d'information (LIRIS) à Lyon. L'étudiant.e sera amené.e à collaborer avec :

- Dr Antoine Garnier-Crussard, gériatre au Centre mémoire ressource recherche des Hospices Civils de Lyon
- Prof Hugo Spiers, Professeur à University College London (UK)
- Prof Michael Hornberger, Professeur à Norwich Medical School (UK)
- Dr Romain Vuillemot, enseignant-chercheur en visualisation et sciences des données au LIRIS.

## Travail Attendu et Profil Recherché

L'étudiant.e sera amené.e à collecter des données de mouvements oculaires (eye-tracking) de personnes contrôles et de patients souffrant de la MA lors d'une tâche de navigation spatiale (Sea Hero Quest). Ces trajectoires oculaires et les déplacements spatiaux seront ensuite analysés pour en extraire des marqueurs de la maladie. Les données de patients seront comparées à celles de contrôles issus de la grande base de données de 4 millions de personnes partageant le même profil démographique (âge, genre, culture...).

Un intérêt pour l'experimentation comportementale chez l'humain et l'analyse de données (R, Python ou Matlab) sont attendus, ainsi qu'un bon niveau en anglais. Les personnes intéressées par poursuivre le stage par un doctorat sont particulièrement encouragées à candidater.

**Période :** stage à partir de février 2024

**CONTACT :** Antoine Coutrot - [antoine.coutrot@cnrs.fr](mailto:antoine.coutrot@cnrs.fr)

**Pour en savoir plus,** lire ces articles dans [The Conversation](#) ou dans [le Journal du CNRS](#) sur le projet Sea Hero Quest.

## References

- [1] A. Coutrot, R. Silva, E. Manley, W. de Cothi, S. Sami, V. D. Bohbot, J. M. Wiener, C. Hölscher, R. C. Dalton, M. Hornberger, and H. J. Spiers, "Global Determinants of Navigation Ability," *Current Biology*, vol. 28, no. 17, pp. 2861–2866, 2018.
- [2] G. Coughlan, A. Coutrot, M. Khondoker, A.-M. Minihane, H. Spiers, and M. Hornberger, "Toward personalized cognitive diagnostics of at-genetic-risk Alzheimer's disease," *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2019.
- [3] H. J. Spiers, A. Coutrot, and M. Hornberger, "Explaining World-Wide Variation in Navigation Ability from Millions of People: Citizen Science Project Sea Hero Quest," *Topics in Cognitive Science*, 2021.
- [4] A. Coutrot, E. Manley, S. Goodroe, C. Gahnstrom, G. Filomena, D. Yesiltepe, R. Dalton, J. M. Wiener, C. Hölscher, M. Hornberger, and H. Spiers, "Entropy of city street networks linked to future spatial navigation ability," *Nature*, vol. 604, no. 7904, pp. 104–110, 2022.
- [5] A. Coutrot, A. S. Lazar, M. Richards, E. Manley, J. M. Wiener, R. C. Dalton, M. Hornberger, and H. J. Spiers, "Reported sleep duration reveals segmentation of the adult life-course into three phases," *Nature Communications*, vol. 13, no. 1, p. 7697, 2022.