

## Sujet de stage au laboratoire Heudiasyc UMR 7253 :

Titre/Title	Machine Learning et effets secondaires en réalité virtuelle
Encadrant(s) / Supervisor(s)	Domitile Lourdeaux ( <a href="mailto:domitile.lourdeaux@hds.utc.fr">domitile.lourdeaux@hds.utc.fr</a> )
Descriptif du sujet/ Project description	<p><b>Contexte</b></p> <p>Le projet européen INFINITY regroupe un ensemble de partenaires européens pour mener des recherches sur un environnement virtuel immersif pour l'extraction, l'analyse, la visualisation et la collaboration entre les équipes et les pays pour relever le défi posé par l'augmentation exponentielle des données d'enquête avant, pendant et après les grands délits et attaques terroristes <a href="https://h2020-infinity.eu/">https://h2020-infinity.eu/</a>. Les enquêteurs seront immergés avec des casques de réalité virtuelle.</p> <p>Selon les contenus, les interfaces et les tâches à réaliser en réalité virtuelle, les utilisateurs peuvent s'exposer à des effets secondaires (Fuchs, 2018; Lavoie et al., 2020; Saredakis et al., 2020; Szpak et al., 2019): stress aigue (Fink, 2007, p. 192-193), surcharge mentale (Van Acker et al., 2018), fatigue visuelle (Yuan et al., 2018) et cybersickness (Stanney et al., 2020). Il est donc important de mesurer ces effets secondaires et les prévenir.</p> <p>Le laboratoire Heudiasyc développe un outil de monitoring de l'état physiologique des utilisateurs immergés en réalité virtuelle. Des données physiologiques (eye tracking, ECG, EDA), comportementales (tracking tâches), subjectives (questionnaires) sont collectées (Abduln &amp; Komogortsev, 2015; Arza et al., 2019; Chang et al., 2020; Charles &amp; Nixon, 2019). Or, les effets secondaires liés à l'utilisation de la réalité virtuelle peuvent avoir des effets similaires sur l'état physiologique. Il est donc difficile de déterminer avec certitude les réels effets secondaires.</p> <p>Afin pouvoir classifier et prédire plus sûrement, nous avons réalisé un environnement virtuel dans lequel nous avons programmé des variations de tâches de Stroop (Scarpina &amp; Tagini, 2017) (reposant sur les fonctions (cognitives) exécutives) : contrôle, dual task, stressant, fatigant visuellement. Nous avons réalisé plusieurs expérimentations sur plus de 120 sujets et recueilli de nombreuses données expérimentales afin de proposer un modèle de prédiction de l'état des utilisateurs.</p> <p>Tant pour le stress, que la surcharge mentale et le cybersickness ou la fatigue visuelle, le machine learning est employé afin d'exploiter les données de mesure de ces effets secondaires (Artime Ríos et al., 2019; Assila et al., 2020; Islam et al., 2020; Kim &amp; Lee, 2020; Lohr et al., 2016; Nesbitt et al., 2017; Porcino et al., 2020; Rodrigues et al., 2020; Smets et al., 2018). Nous avons pour le moment développé des modèles pour le traitement, la classification et la prédiction off-lines.</p> <p><b>Objectif</b></p> <p>L'objectif de ce stage est de proposer et développer un modèle temps réel de système automatisé de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Classifier ces indices (assigner les variations à chaque état)</li> <li>- Prédire l'état de l'utilisateur selon les variations physiologiques</li> <li>- Etablir un profil utilisateur</li> <li>- Généraliser le modèle à des taches métiers du projet INFINITY</li> <li>- S'interfacer avec l'environnement virtuel développé par les partenaires du projet afin de transmettre le profil utilisateur</li> </ul> <p><b>Travail à réaliser</b></p> <p>Concevoir un modèle de <b>traitement</b>, de <b>classification</b> et d'<b>apprentissage</b> sur la base des données physiologiques, comportementales et issues des questionnaires.</p>

Il s'agit de modéliser et développer un système de :

- Traitement des données prédictives des effets secondaires de la réalité virtuelle,
- Classification des données selon leur valeur prédictive,
- Prédiction des effets secondaires via apprentissage sur les données,
- Génération d'un profil utilisateur permettant de suivre son état en temps réel lors de l'utilisation de la réalité virtuelle.

Ce stage comporte donc plusieurs étapes :

- État de l'art sur les techniques de traitement des signaux ECG et EDA
- État de l'art sur les techniques de machine learning à employer pour classifier, prédire et générer un profil utilisateur
- Concevoir un modèle
- Développer le modèle en Python
- Tester le bon fonctionnement des développements réalisés
- Participer à l'élaboration d'une communication scientifique (poster ou short paper en conférence internationale)

#### Publications de l'équipe sur le sujet

Alexis D Souchet, Mamadou Lamanara Diallo and Domitile Lourdeaux. Cognitive load Classification with a Stroop task in Virtual Reality based on Physiological data. ISMAR 2022, Singapore, 2022.

Alexis D Souchet, Domitile Lourdeaux, Alain Pagani, and Lisa Rebenitsch. "A narrative review of immersive virtual reality's ergonomics and risks at the workplace: cybersickness, visual fatigue, muscular fatigue, acute stress, and mental overload". In: Virtual Reality (2022). 5.471, pp. 1–32.

Alexis D. Souchet, Stéphanie Philippe, Domitile Lourdeaux, and Laure Leroy. "Measuring Visual Fatigue and Cognitive Load via Eye Tracking while Learning with Virtual Reality Head-Mounted Displays: A Review". In: International Journal of Human-Computer Interaction 0.0 (2021).

Alexis D. Souchet, Weifei Xie, and Domitile Lourdeaux. Distinguishing Visual Fatigue, Mental Workload and Acute Stress in Immersive Virtual Reality with Physiological Data: pretest results. IEEE Virtual Reality, New Zeland, Mars. 2022.

#### Bibliographie

Abduln, E., & Komogortsev, O. (2015). User Eye Fatigue Detection via Eye Movement Behavior. *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, 1265-1270. <https://doi.org/10.1145/2702613.2732812>

Artime Ríos, E. M., Sánchez Lasheras, F., Suárez Sánchez, A., Iglesias-Rodríguez, F. J., & Seguí Crespo, M. del M. (2019). Prediction of Computer Vision Syndrome in Health Personnel by Means of Genetic Algorithms and Binary Regression Trees. *Sensors*, 19(12), 2800. <https://doi.org/10.3390/s19122800>

Arza, A., Garzón-Rey, J. M., Lázaro, J., Gil, E., Lopez-Anton, R., de la Camara, C., Laguna, P., Bailon, R., & Aguiló, J. (2019). Measuring acute stress response through physiological signals : Towards a quantitative assessment of stress. *Medical & Biological Engineering & Computing*, 57(1), 271-287. <https://doi.org/10.1007/s11517-018-1879-z>

Assila, A., Gonçalves, T. G., Dhoubi, A., Baudry, D., & Havard, V. (2020). Towards the Specification of an Integrated Measurement Model for Evaluating VR Cybersickness in Real Time. In J. Y. C. Chen & G. Fragomeni (Éds.), *Virtual, Augmented and Mixed Reality. Design and Interaction* (p. 381-396). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-49695-1\\_25](https://doi.org/10.1007/978-3-030-49695-1_25)

Chang, E., Kim, H. T., & Yoo, B. (2020). Virtual Reality Sickness: A Review of Causes and Measurements. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 36(17), 1658-1682. <https://doi.org/10.1080/10447318.2020.1778351>

Charles, R. L., & Nixon, J. (2019). Measuring mental workload using physiological measures : A systematic review. *Applied Ergonomics*, 74(08), 221. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2018.08.028>

	<p>Fink, G. (2007). <i>Encyclopedia of Stress, Four-Volume Set</i>. Elsevier Science. <a href="http://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=1127743">http://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=1127743</a></p> <p>Fuchs, P. (2018). The Challenges and Risks of Democratization of VR-AR. In B. Arnaldi, P. Guitton, &amp; G. Moreau (Éds.), <i>Virtual Reality and Augmented Reality</i> (p. 289-301). John Wiley &amp; Sons, Ltd. <a href="https://doi.org/10.1002/9781119341031.ch6">https://doi.org/10.1002/9781119341031.ch6</a></p> <p>Islam, R., Lee, Y., Jaloli, M., Muhammad, I., Zhu, D., &amp; Quarles, J. (2020). Automatic Detection of Cybersickness from Physiological Signal in a Virtual Roller Coaster Simulation. <i>2020 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW)</i>, 648-649. <a href="https://doi.org/10.1109/VRW50115.2020.00175">https://doi.org/10.1109/VRW50115.2020.00175</a></p> <p>Kim, T., &amp; Lee, E. C. (2020). Experimental Verification of Objective Visual Fatigue Measurement Based on Accurate Pupil Detection of Infrared Eye Image and Multi-Feature Analysis. <i>Sensors</i>, <i>20</i>(17), 4814. <a href="https://doi.org/10.3390/s20174814">https://doi.org/10.3390/s20174814</a></p> <p>Lavoie, R., Main, K., King, C., &amp; King, D. (2020). Virtual experience, real consequences : The potential negative emotional consequences of virtual reality gameplay. <i>Virtual Reality</i>. <a href="https://doi.org/10.1007/s10055-020-00440-y">https://doi.org/10.1007/s10055-020-00440-y</a></p> <p>Lohr, D. J., Abdulin, E., &amp; Komogortsev, O. V. (2016). Detecting the onset of eye fatigue in a live framework. <i>Proceedings of the Ninth Biennial ACM Symposium on Eye Tracking Research &amp; Applications</i>, 315-316. <a href="https://doi.org/10.1145/2857491.2884058">https://doi.org/10.1145/2857491.2884058</a></p> <p>Nesbitt, K., Davis, S., Blackmore, K., &amp; Nalivaiko, E. (2017). Correlating reaction time and nausea measures with traditional measures of cybersickness. <i>Displays</i>, <i>48</i>, 1-8. <a href="https://doi.org/10.1016/j.displa.2017.01.002">https://doi.org/10.1016/j.displa.2017.01.002</a></p> <p>Porcino, T., Rodrigues, E. O., Silva, A., Clua, E., &amp; Trevisan, D. (2020). Using the gameplay and user data to predict and identify causes of cybersickness manifestation in virtual reality games. <i>2020 IEEE 8th International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)</i>, 1-8. <a href="https://doi.org/10.1109/SeGAH49190.2020.9201649">https://doi.org/10.1109/SeGAH49190.2020.9201649</a></p> <p>Rodrigues, J., Studer, E., Streuber, S., Meyer, N., &amp; Sandi, C. (2020). Locomotion in virtual environments predicts cardiovascular responsiveness to subsequent stressful challenges. <i>Nature Communications</i>, <i>11</i>(1), 5904. <a href="https://doi.org/10.1038/s41467-020-19736-3">https://doi.org/10.1038/s41467-020-19736-3</a></p> <p>Saredakis, D., Szpak, A., Birkhead, B., Keage, H. A. D., Rizzo, A., &amp; Loetscher, T. (2020). Factors Associated With Virtual Reality Sickness in Head-Mounted Displays : A Systematic Review and Meta-Analysis. <i>Frontiers in Human Neuroscience</i>, <i>14</i>. <a href="https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.00096">https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.00096</a></p> <p>Scarpina, F., &amp; Tagini, S. (2017). The Stroop Color and Word Test. <i>Frontiers in Psychology</i>, <i>8</i>. <a href="https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00557">https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00557</a></p> <p>Smets, E., Rios Velazquez, E., Schiavone, G., Chakroun, I., D'Hondt, E., De Raedt, W., Cornelis, J., Janssens, O., Van Hoecke, S., Claes, S., Van Diest, I., &amp; Van Hoof, C. (2018). Large-scale wearable data reveal digital phenotypes for daily-life stress detection. <i>Npj Digital Medicine</i>, <i>1</i>(1), 1-10. <a href="https://doi.org/10.1038/s41746-018-0074-9">https://doi.org/10.1038/s41746-018-0074-9</a></p> <p>Stanney, K., Lawson, B. D., Rokers, B., Dennison, M., Fidopiastis, C., Stoffregen, T., Weech, S., &amp; Fulvio, J. M. (2020). Identifying Causes of and Solutions for Cybersickness in Immersive Technology : Reformulation of a Research and Development Agenda. <i>International Journal of Human-Computer Interaction</i>, <i>36</i>(19), 1783-1803. <a href="https://doi.org/10.1080/10447318.2020.1828535">https://doi.org/10.1080/10447318.2020.1828535</a></p> <p>Szpak, A., Michalski, S. C., Saredakis, D., Chen, C. S., &amp; Loetscher, T. (2019). Beyond Feeling Sick : The Visual and Cognitive Aftereffects of Virtual Reality. <i>IEEE Access</i>, <i>7</i>, 130883-130892. <a href="https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2940073">https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2940073</a></p> <p>Van Acker, B. B., Parmentier, D. D., Vlerick, P., &amp; Saldien, J. (2018). Understanding mental workload : From a clarifying concept analysis toward an implementable framework. <i>Cognition, Technology &amp; Work</i>, <i>20</i>(3), 351-365. <a href="https://doi.org/10.1007/s10111-018-0481-3">https://doi.org/10.1007/s10111-018-0481-3</a></p> <p>Yuan, J., Mansouri, B., Pettey, J. H., Ahmed, S. F., &amp; Khaderi, S. K. (2018). The Visual Effects Associated with Head-Mounted Displays. <i>International Journal of Ophthalmology and Clinical Research</i>, <i>5</i>(2). <a href="https://doi.org/10.23937/2378-346x/1410085">https://doi.org/10.23937/2378-346x/1410085</a></p>
Pré-requis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Master en intelligence artificielle ;</li> <li>- Maîtrise de Python</li> <li>- Motivation pour la recherche multidisciplinaire à l'interface entre l'informatique, les neurosciences et la psychologie ;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>- Bonne maîtrise de l'anglais (écrit et parlé) ;</li><li>- Très bonnes compétences en communication, engagement, style de travail indépendant ainsi que l'esprit d'initiative et d'équipe ;</li><li>- Expérience avec la réalité virtuelle appréciée</li></ul>
Possibilité de poursuite en thèse/ Possibility of continuing in PhD	oui