

DEMANDE D'ALLOCATION DE RECHERCHE DE L'ED SISEO
Année universitaire 2020-2021
SUJET DE THESE

<p>1. LABORATOIRE</p> <p>Nom ou sigle : LISTIC Statut : EA 3703</p>	<p>2. DIRECTION DE THÈSE</p> <p>Directeur de thèse (HDR) : Kavé Salamatian Co-encadrant : Stéphane Perrin</p>
<p>Laboratoire partenaire ou collaborations éventuels :</p> <ul style="list-style-type: none"> • LPNC (Sophie Donnadieu) • Conservatoire à Rayonnement Régional (CRR) d'Annecy 	<p>Domaine de compétences de l'ED SISEO :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Environnement - Organisations - Systèmes <p style="text-align: right;">X</p>
<p style="text-align: center;">3. SUJET DE THÈSE</p> <p>Titre : Méthodes d'IA pour mesurer les troubles sensoriels de l'autisme par dispositifs IoT.</p>	
<p style="text-align: center;">4.a RESUME</p> <p>Plusieurs types de recherche utilisent des objets connectés pour améliorer la qualité de la vie humaine, pour la faciliter ou pour interagir avec le monde physique. Nous proposons de tirer parti de l'Internet des Objets (Internet of Things – IoT) qui interconnecte des objets physiques, comme les instruments de musique, afin de mesurer les troubles sensoriels, notamment dans le cadre de l'étude des cas d'autisme (Trouble du Spectre de l'Autisme – TSA). Comme le souligne la Haute Autorité de Santé, les particularités sensorielles sont impactantes et leurs connaissances permettent une prise en charge adaptée de personnes présentant un TSA.</p> <p>Une première étude réalisée au sein de notre université, en association avec le Conservatoire d'Annecy, a déjà validé que les troubles sensoriels de l'autisme pouvaient être mesurés à l'aide de capteurs intégrés dans des objets. L'enjeu est l'établissement des profils sensoriels, caractérisés par des hypo et hyper-sensibilités (vision, touché, audition, proprioception, mobilité), et la mesure de leurs pertinences par rapport à ceux obtenus traditionnellement. On souhaite également pouvoir étudier leur évolution dans le temps avec un échantillonnage hebdomadaire, ce qui ne peut être fait par les approches traditionnelles par des praticiens.</p> <p>Le défi scientifique réside dans la coopération de 2 méthodes de mesure dont les seuls points communs se situent au niveau des concepts fondamentaux de la science de la mesure. En effet, le point clef de cette étude s'apparente à un étalonnage sachant que : la quantité mesurée est mal définie ; il n'existe pas d'étalon ; les incertitudes sont importantes.</p> <p>Le processus de mesure de l'étude proposée consistera à rendre sensibles les objets au moyens de capteurs. Le système qui sera développé pendant la thèse nécessite des méthodes d'IA utilisant des informations ayant une représentation symbolique et capable de gérer l'incertitude de ces informations. L'enjeu est de construire une suite d'outils qui comprend l'instrumentation des instruments de musiques, les traitements de fusion des informations capteurs et d'interprétation afin d'établir en sortie des profils sensoriels.</p> <p>L'étude devra intégrer la mesure de la pertinence des profils ainsi obtenus et les comparer à ceux issus des méthodes traditionnelles, notamment au regard de leurs intérêts et l'impact lors de l'élaboration du projet d'accompagnement.</p> <p>La phase d'expérimentation aura lieu au conservatoire de musique, de danse et de théâtre d'Annecy, où se déroulera un atelier de musique avec des enfants présentant un TSA.</p>	

4.b ABSTRACT

Several kinds of research use connected objects to improve the quality of human life, to facilitate it or to interact with the physical world. We propose to take advantage of the Internet of Things (IoT), which interconnects physical objects, such as musical instruments, to measure sensory disorders, particularly in the study of autism (Autism Spectrum Disorder - ASD). As underlined by the Haute Autorité de Santé, sensory particularities have an impact and their knowledge allows an adapted care of people with ASD.

An initial study carried out within our university, in association with the Annecy Conservatory, has already validated that the sensory disorders of autism can be measured using sensors integrated into objects.

The issue is to establish sensory profiles, characterized by hypo and hyper-sensitivities, and to measure their relevance in relation to those traditionally obtained. We also wish to be able to study their evolution over time with weekly sampling, which cannot be done by traditional approaches.

The scientific challenge lies in the cooperation of 2 measurement methods whose only common points are at the level of the fundamental concepts of measurement science. Indeed, the key point of this study is similar to a calibration knowing that: the measured quantity is poorly defined; there is no standard; the uncertainties are large.

The measurement process of the proposed study will consist in rendering objects sensitive by sensors. The system that will be developed during the thesis requires machine learning methods using symbolic representation information and uncertainty management. The challenge is to build this tool which includes the instrumentation of musical instruments, the processing of sensor information fusion and interpretation in order to establish sensory profiles at the output.

The study will have to integrate the measurement of the relevance of the profiles thus obtained and compare them to those obtained using traditional methods, particularly with regard to their interests and the impact during the development of the accompanying project.

The experimentation phase will take place at the Annecy Conservatory of Music, Dance and Theatre, where a music workshop with children with ASD will be held.

5. PROJET DE RECHERCHE DETAILLE

Contexte

Enjeu sociétal : Les particularités sensorielles fréquemment observées dans les Trouble du Spectre de l'Autisme (TSA), objets de travaux scientifiques qui se multiplient depuis ces dix dernières années, ont des impacts sur les facteurs sociaux, d'inclusion, de bien-être au quotidien, qui sont des enjeux sociétaux importants. Différentes formes et gravités existent et sont maintenant identifiées et classifiées au niveau international avec toutefois des évolutions encore récentes [APA2013]. Tous les systèmes sensoriels ainsi que la proprioception et le système vestibulaire [Thye2018] sont affectés. Les conséquences sont multiples sur l'adaptation des personnes dans leur environnement et sur les apprentissages cognitifs et sociaux. Elles peuvent également contribuer à l'émergence de comportements-problèmes. Comme le souligne la Haute Autorité de Santé, « Les particularités sensorielles sont parfois à l'origine de troubles graves du comportement. Ainsi, la présence d'automutilation quelle qu'en soit la forme, occasionnelle ou fréquente, est observée chez la moitié des adultes avec autisme pourrait être liée à l'existence de troubles sensoriels » [HAS2011].

Les particularités sensorielles sont caractérisables par l'établissement d'un profil sensoriel (illustration ci-contre), utile pour une prise en charge adaptée et la mise en place d'un projet d'accompagnement qui a pour but d'apporter des solutions différentes, variées et adaptées aux spécificités propres à chaque situation. La connaissance fine des particularités sensorielles contribue significativement à leur définition.

L'établissement d'un profil sensoriel se fait traditionnellement par l'observation des personnes présentant des TSA et des interviews des accompagnants / famille. Cela nécessite quelques jours de travail d'un praticien formé à ces techniques.

Le travail de thèse a pour objectif de proposer une solution pour établir automatiquement les profils sensoriels à partir d'objets connectés et d'un traitement d'IA des informations collectées.

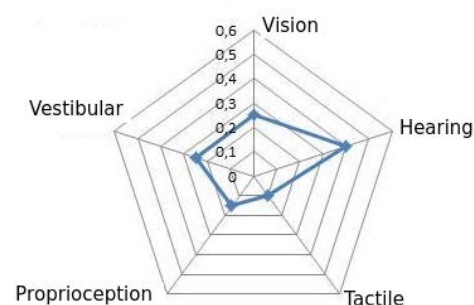
Enjeu scientifique : Les travaux réalisés durant cette thèse traitent de mesure de l'humain qui sont par nature des données mal définies, ne possédant ni échelle numérique, ni étalon. Les incertitudes de mesure prennent alors une perspective particulière et des traitements d'IA novateurs induits sont à développer pour pouvoir manipuler ces informations, les fusionner, combiner pour enfin délivrer un résultat qu'il faudra valider avec des connaissances elle-même mal définies, mais reconnues par les praticiens du domaine. En fait, ce seront sans doute les variations des résultats de mesures effectuées qui seront pertinentes, plus que l'interprétation directe des résultats. Pour vérifier cette hypothèse, il sera nécessaire d'effectuer une phase de calibration sur les mesures mais également sur les variations. Un autre verrou est la nécessaire gestion des incertitudes dans ce contexte d'informations non numériques.

Objectifs

Le sujet de thèse proposé porte sur l'établissement automatique de "profils sensoriels" effectués lors d'ateliers musicaux, lesquels offrent un cadre non-stigmatisant et où l'on peut espérer un comportement plus naturel de la personne.

L'enjeu principal est donc l'établissement automatique de ces profils à partir de données relatives aux TSA, ainsi que la mesure de leurs pertinences par rapport à ceux obtenus traditionnellement. On souhaite également pouvoir étudier leur évolution dans le temps avec un échantillonnage hebdomadaire, ce qui ne peut être fait par les approches traditionnelles par des praticiens (6 mois à 2 ans).

Un autre enjeu du projet est de pouvoir définir une mesure quantifiée de l'intérêt de la pratique de la musique pour les personnes présentant un TSA, En effet, de nombreuses études ont montrés l'intérêt de la pratique de la musique, mais cela n'a pas été évalué quantitativement.



Méthodologie

L'originalité de l'approche proposée est d'utiliser des objets sensibles pour mesurer l'hypo et l'hypersensibilité sur plusieurs modalités : vision, audition, tactile, proprioception et vestibulaire [Thye2018]. L'objectif principal de l'étude proposée est d'automatiser la production de profils sensoriels donnés par les évaluations individuelles des personnes atteintes de TSA. La première étape va consister à récupérer des données représentatives des TSA. Ensuite, les travaux de thèse vont considérer le traitement de l'information en s'appuyant sur ces données fournies par cette problématique des TSA. Enfin, une validation expérimentale pourra confronter les résultats obtenus par le dispositif développé avec ceux obtenus par des méthodes traditionnelles (collaboration avec le LPNC).

Les données

Afin d'obtenir les données liées au TSA, le processus de mesure de l'étude consistera notamment à améliorer les objets manipulés par les personnes, en les rendant sensibles au moyen de capteurs intégrés. Une première étude réalisée au sein de notre université [Benoit2019], en association avec le conservatoire d'Annecy, a déjà validé que les troubles sensoriels de l'autisme pouvaient être mesurés à l'aide de capteurs intégrés dans des instruments de musique. En effet, selon les études liées au traitement sensoriel des enfants atteints de TSA, la caractérisation des fonctionnalités sensorielles est réalisée par l'identification de l'intensité de l'hypo et de l'hyperréactivité à la stimulation, dont l'échelle est à définir dans l'étude.

Le traitement de l'information

Le problème scientifique soulevé dans cette proposition de thèse est la mesure des troubles sensoriels à partir des données fournies par les capteurs. Ces capteurs placés sur ou dans des objets, qui ne sont manipulés que par des personnes atteintes de TSA, sont capables de délivrer plusieurs types de mesures, mais qui demeurent classiques : fréquence de contrôle, approche, toucher, etc... En combinant et en fusionnant les données des sorties des capteurs, le système serait en mesure d'évaluer le profil sensoriel de la personne atteinte de TSA.

Le premier verrou scientifique réside dans la coopération de 2 méthodes de mesure dont les seuls points communs se situent au niveau des concepts fondamentaux de la science de la mesure. En effet, le point clef de cette étude s'apparente à un étalonnage sachant que : la quantité mesurée est mal définie ; il n'existe pas d'étalon ; les incertitudes sont importantes. Pour relever ce défi, nous nous appuyons sur les travaux existant dans le domaine de la mesure de profils sensoriel [Thye2018], sur les récentes innovations en métrologie dans le domaine des sciences humaines [Fisher2017], sur les méthodes d'agrégation et de fusion d'informations imparfaites (incertaines, redondantes, voire contradictoires) maîtrisées au LISTIC [Perrin2015], ainsi que sur les récentes approches dans le domaine de la science de la mesure [Mari2016] [Mari2020].

Le deuxième verrou scientifique porte sur la fusion des informations symboliques imparfaites (incertaines, redondantes, voire contradictoires) fournies par les capteurs [Perrin 2015] pour construire l'information de haut niveau qu'est le profil sensoriel. A cet effet, des méthodes d'IA (machine learning, clustering, ...) sont des voies prometteuses à explorer.

Validation expérimentale

La phase d'expérimentation aura lieu au conservatoire de musique, de danse et de théâtre d'Annecy, où se déroulera un atelier de musique avec des enfants présentant un TSA.

L'enjeu est de construire une suite d'outils qui comprend l'instrumentation des instruments de musique, les traitements de fusion des informations capteurs et d'interprétation afin d'établir en sortie des profils sensoriels. Ces mesures seront conduites en collaboration avec les praticiens suite à l'avis positif du Comité de Protection des Personnes (CPP), compétent et enregistrées conformément au RGPD en vigueur depuis le 25 mai 2018.

D'un côté, les capteurs ne perçoivent pas toute la réalité observable ; d'un autre côté, les profils peuvent être établis chaque semaine. L'étude devra donc intégrer la mesure de la pertinence des profils ainsi obtenus et les comparer à ceux issus des méthodes traditionnelles, en collaboration avec le laboratoire LPNC, notamment au regard de leurs intérêts et l'impact lors de l'élaboration du projet d'accompagnement de chaque enfant présentant un TSA.

Références

- [APA2013] American Psychiatric Association and American Psychiatric Association DSM-5 Task Force (2013) *Diagnostic and statistical manual of mental disorders : DSM-5*. (American Psychiatric Association) ISBN 0890425558
- [Thye2018] Thye M D, Bednarz H M, Herringshaw A J, Sartin E B and Kana R K (2018) *Developmental Cognitive Neuroscience* 29 151–167 ISSN 1878-9293
- [HAS2011] HAS. Autisme et autres troubles envahissants du développement : diagnostic et évaluation chez l'adulte. Argumentaire scientifique, 2011, p. 32.
- [Benoit2019] Benoit, E., Perrin, S., Donnadieu, S., Dascalu, C., Mauris, G., Favory, J., & Dautremer, C. (2019) *Musical instruments for the measurement of autism sensory disorders*. Journal of Physics: Conference Series, 1379(1)
- [Fisher2017] Fisher Jr, W. P. (2017). *A practical approach to modeling complex adaptive flows in psychology and social science*. Procedia computer science, 114, 165-174.
- [Perrin2015] Perrin, S., Benoit, E., & Coquin, D. (2015). Fusion method choice driven by user constraints in a human gesture recognition context. In Proceedings - 2015 8th Int. Conf on Human System Interaction, HSI 2015.
- [Mari2016] Mari, L., Maul, A., Iribarra, D. T., & Wilson, M. (2016). A meta-structural understanding of measurement. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 772).
- [Mari2020] Mari, L., Narduzzi, C., Nordin, G., & Trapmann, S. (2020). *Foundations of uncertainty in evaluation of nominal properties*. Measurement: Journal of the International Measurement Confederation, 152, 1–11.

6. CANDIDAT RECHERCHE : *Détailler en quelques lignes vos besoins et les qualités du candidat recherché...*

Compétences scientifiques : capteurs, instrumentation ; Mathématique/Probabilité/Statistique

Compétences techniques : mise en œuvre de capteurs, bonnes connaissances en classification et apprentissage machine

Qualité personnelle : ouverture d'esprit, goût pour les sciences humaines, autonomie, rigueur, capacité à écouter analyser et s'approprier les problématiques des professionnels des TSA.

Formation souhaitée : Ecole d'ingénieur ou master 2 (idéalement master recherche), en instrumentation/mathématiques appliquées/informatique/machine learning.

Expériences souhaitées : IoT, objet connecté, big data appréciées

7. FINANCEMENT DE LA THESE : *Le contrat doctoral fixe une rémunération principale, indexée sur l'évolution des rémunérations de la fonction publique : depuis le 1er février 2017, elle s'élève à **1768,55 euros bruts mensuels** pour une activité de recherche seule. Des heures d'enseignements peuvent être effectuées dans la limite de 64 heures équivalent TD par année universitaire **après autorisation du président de l'université** et rémunérées au taux fixé pour les travaux dirigés en vigueur. D'autres activités complémentaires au contrat doctoral sont prévues par l'article 5 du décret n° 2009-464 du 23 avril 2009 modifié. La durée totale des activités complémentaires aux activités de recherche confiées au doctorant dans le cadre du contrat doctoral ne peut excéder un sixième du temps de travail annuel.*

8. CONTACT :

Nom prénom : Kavé Salamatian

Tél : 04 50 09 65 37

Email : kave.salamatian@univ-smb.fr