

# Repérage des situations anxiogènes chez les personnes avec autisme : détection de rupture dans un milieu écologique

## Résumé

Cédric Hufnagel<sup>1 2 3</sup>, Patrick Chambres<sup>2 3</sup>, Frédéric Dutheil<sup>2 4 5</sup>, Catherine Auxiette<sup>2 3</sup>,  
Pierre Chausse<sup>2 3</sup>, Martial Mermillod<sup>6 7</sup>, Guillaume Paugam<sup>2 8</sup>,  
Pierre Raphaël Bertrand<sup>2 8</sup>.

**Résumé.** Les personnes avec autisme souffrent de difficultés dans la communication et les interactions sociales. Un traitement atypique des informations et des anomalies dans l'intégration sensorielle provoquent souvent une augmentation de l'anxiété pouvant entraîner l'apparition de comportements sociaux inadaptés. De nombreuses personnes avec autisme n'ont pas une communication effective et présentent ainsi des difficultés pour exprimer cette anxiété. Notre objectif est de repérer précocement les situations génératrices d'anxiété et permettre aux personnes avec autisme d'y répondre de façon adaptée avant l'apparition de comportements problématiques. L'anxiété était évaluée par la variabilité sinu-sale de la fréquence cardiaque et l'activité électro-dermale, recueillies en situation écologique grâce à des dispositifs portables, non invasifs et indolores, et analysées par une méthode de détection de ruptures combinée à une analyse fréquentielle. Des « lunettes espion » ont permis d'enregistrer l'environnement visuel et sonore des participants pour mettre en relation les modifications physiologiques avec un événement particulier générateur de stress. Les résultats ont permis de repérer les situations génératrices de stress et d'identifier les signaux physiologiques liés à la situation stressante. Ces données pourront donc être utilisées pour la prévention efficace de crises comportementales avant leur survenue.

**Abstract.** People with autism often have difficulties in communication and social interaction resulting from atypical information processing and abnormalities in sensory integration. This causes a cognitive and emotional overload state associated with an increased anxiety, by the involvement of the autonomic nervous system that can lead to the appearance of inappropriate social behavior. Nearly half of people with autism have no access to effective communication and present difficulties to express this anxiety. The aim of this protocol is the early identification of anxiety-generating situations to enable people with autism to respond to those situations in an appropriate way before the emergence of problematic behavior. Heart rate variability and skin-conductance response were used to evaluate anxiety, recorded in an ecological environment through portable, non-invasive and pain-free devices. These data were analyzed by a change detection method, combined with a frequency analysis. The use of "spy glasses" also allowed us to record the visual and sound environment of participants to relate the appearance of a physiological change to a particular stress generating event. Our results allowed us to identify stressful situations and to identify the physiological signals related to the stressful situation. These results allow for the conception of reliable devices for efficient prevention of behavioral crisis in ASD.

1. cedric.hufnagel@univ-bpclermont.fr

2. Université Clermont Auvergne, Clermont-Ferrand, France

3. Laboratoire de Psychologie Sociale et Cognitive, CNRS, UMR 6024, Clermont-Ferrand, France

4. Médecine préventive et du travail, Centre Hospitalier Universitaire de Clermont-Ferrand, France

5. Faculty of Health, Australian Catholic University, Melbourne, Victoria, Australie

6. Université Grenoble Alpes, Grenoble, France

7. Université Grenoble Alpes, LPNC, F-38000 Grenoble, France & CNRS, LPNC, F-38000 Grenoble, France

8. UMR CNRS 6620, Laboratoire de mathématiques, Clermont-Ferrand, France

## Introduction

**L**ES individus avec autisme souffrent de difficultés dans la communication et dans les interactions sociales. Ils présentent aussi un traitement atypique des informations sensorielles dont des anomalies dans leur intégration. Ceci provoque généralement des états de surcharge cognitive et émotionnelle [1]. Ces états sont associés, par une implication du système nerveux autonome, à une augmentation de l'anxiété pouvant entraîner l'apparition de comportements sociaux inadaptés [2].

À l'heure actuelle, il est encore difficile d'évaluer précisément les situations ou les éléments environnementaux qui génèrent une augmentation de l'anxiété chez les personnes avec autisme. Pourtant, on retrouve chez elles une anxiété plus importante que chez les personnes neurotypiques [3]. Leur fonctionnement atypique, très variable d'un individu à l'autre, rend difficile l'identification des situations problématiques. Ainsi, de nombreux facteurs provoquent une accumulation de l'anxiété tout au long de la journée ayant d'importantes conséquences sur le bien-être de la personne avec autisme et sur ses comportements. Le plus souvent, c'est l'agrégat de plusieurs éléments qui perturbe le bien-être de la personne, et sa réponse comportementale peut éventuellement n'apparaître qu'une fois les situations génératrices d'anxiété interne terminées. C'est pourquoi il paraît essentiel d'identifier précocement les situations potentiellement génératrices de surcharge et d'anxiété et ainsi de permettre aux personnes avec autisme de répondre de façon adaptée, tout en évitant l'apparition de comportements problématiques telle que l'agression dirigée vers elles-mêmes et/ou vers les autres.

### *Mesurer l'anxiété.*

L'anxiété est une réaction adaptative de l'organisme. Ce dernier se prépare alors à faire face à une situation perçue comme menaçante en mobilisant ses ressources. Cette réaction entraîne donc des modifications de certains paramètres physiologiques qui sont dès lors mesurables [4]. Afin d'évaluer cette anxiété, nous avons retenu deux de ces paramètres physiologiques : la variabilité sinusale de la fréquence cardiaque et l'activité électrodermale (i.e., la sudation), enregistrées en situation écologique grâce à des dispositifs portables, non invasifs et indolores [5]. Les montres cardio-fréquence-mètres actuelles

affichent une fréquence cardiaque faussement régulière en donnant un nombre de battements moyen par minutes. Si la montre affiche, par exemple, 57 battements par minute cela donne l'impression que nous avons de manière régulière environ un battement par seconde. Or, la fréquence cardiaque instantanée fluctue à chaque battement : c'est la variabilité sinusale. Une variabilité sinusale élevée traduit le fait qu'un individu peut s'adapter en permanence aux micro-changements de l'environnement : son système nerveux autonome fonctionne correctement par l'activation efficace du circuit parasympathique<sup>1</sup>. En réponse à un stress auquel une personne ne peut pas répondre de façon adaptée, la variabilité sinusale diminue : son système nerveux autonome est « dépassé » par la stimulation. L'objectif de notre protocole était de repérer précocement des modifications soudaines de ces paramètres physiologiques et ainsi d'identifier les situations génératrices d'anxiété pour limiter l'apparition des comportements problématiques chez les personnes avec autisme.

## Méthodologie

*Participants.* Les participants ont été recrutés par la distribution d'encarts lors d'événements liés à l'autisme ainsi que par contact direct au travers de structures et de professionnels prenant en charge des personnes avec autisme. L'appréciation de l'autisme était basée sur des diagnostics antérieurs posés par un psychologue ou un psychiatre ayant l'expertise de l'autisme ainsi que sur le jugement clinique d'un psychologue présent lors des entretiens précédant les inclusions. Nous avons recruté 15 personnes avec autisme âgées de 10 à 25 ans et hétérogènes sur le continuum de l'autisme. Chaque participant autiste était apparié à un pair neurotypique choisi parmi ses amis ou sa famille afin de ne pas générer de l'anxiété supplémentaire due à la présence d'un inconnu. Dans la mesure du possible, les deux participants étaient appariés en âge et en sexe.

*Procédure.* Les participants atteints d'autisme et leurs pairs étaient équipés du même matériel pendant 2 heures d'enregistrement au cours de la vie quotidienne. Ces 2 heures étaient suivies de 30 minutes d'enregistrement dans un environnement calme, interrompues pendant quelques secondes par un son préalablement identifié comme gênant et générateur d'un stress de faible intensité chez la personne avec

1. Le circuit parasympathique appartient au système nerveux autonome, dont les voies nerveuses contrôlent l'activation de fonctions métaboliques et restauratrices d'énergie

autisme.

**Matériel.** Les paramètres physiologiques ont été enregistrés en situation écologique grâce à des dispositifs portables, non invasifs et indolores. Pour cela, nous utilisons un capteur de poitrine mesurant les variations de la fréquence cardiaque (cf. Holter sur la Figure 1) ainsi qu'un bracelet qui mesure l'activité électrodermale (cf. Qsensor sur la Figure 1). L'utilisation de « lunettes espion » a également permis d'enregistrer l'environnement visuel et sonore des participants dans le but de mettre en relation l'apparition d'une modification physiologique et un événement particulier générateur de stress.



**Figure 1 – Type de matériel répondant aux critères de portabilité.**

**Détection de rupture.** Les données physiologiques recueillies ont été analysées par une méthode mathématique de détection de ruptures combinée à une analyse fréquentielle. Un changement brusque de la variabilité de la fréquence cardiaque constitue un indicateur pertinent d'un changement d'état chez le participant [6]. Ce modèle mathématique de détection de ruptures évalue toutes les modifications soudaines chez les participants [7]. Il permet alors la détection d'importantes différences entre les situations et entre les participants.

### Résultats : un exemple.

À partir de la Figure 2, nous observons d'importantes ruptures de la variabilité de la fréquence cardiaque chez la personne atteinte d'autisme, mais pas chez la personne neurotypique (sujet contrôle). Cette différence importante entre les deux participants met en évidence l'impact négatif conséquent que peut avoir l'environnement sur les personnes avec autisme. Les ruptures que nous observons chez les personnes avec autisme sont autant de situations pour lesquelles leur organisme a été sollicité de façon inadaptée, ayant un impact sur le bien-être général et sur les comportements. Ces réactions physiologiques intenses vont de plus entretenir les difficultés que rencontrent les personnes avec autisme

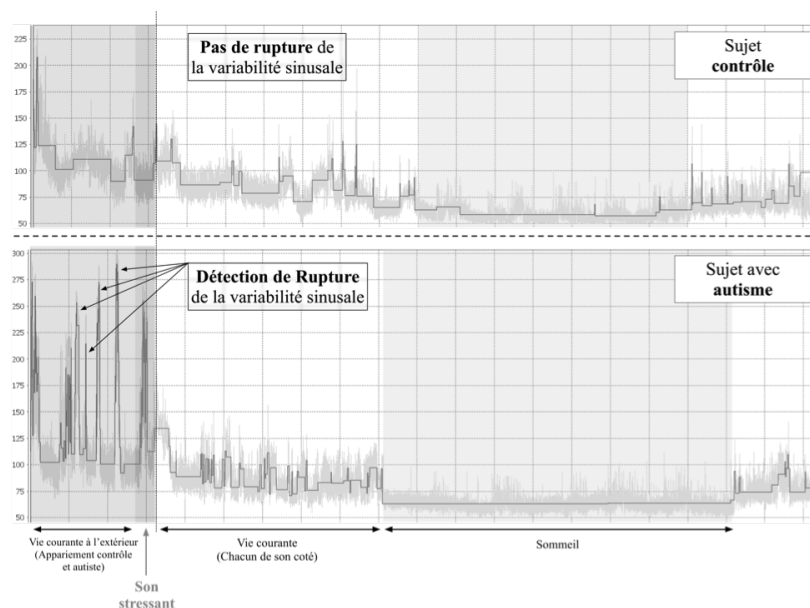
au cours des interactions sociales à cause de cette surcharge émotionnelle. Par exemple, lors du passage à la caisse d'un fast-food, nous observons une rupture chez la personne avec autisme alors qu'elle est inexistante chez la personne contrôle. Ce stress va ainsi accaparer une charge de ressource attentionnelle importante. L'interaction avec la caissière devient compliquée au niveau de la communication, de la gestion de la situation. La surcharge cognitive et émotionnelle entraîne chez la personne avec autisme des difficultés pour chercher et compter la monnaie lors du paiement.

### Discussion et conclusion

L'anxiété présente chez les personnes avec autisme apparaît comme un facteur essentiel dans la genèse de comportements inadaptés et de certaines difficultés rencontrées dans leur vie quotidienne. Pour mieux comprendre et aider les personnes avec autisme, il est fondamental de pouvoir mesurer leur anxiété dès le moment où elle se manifeste dans la vie quotidienne et ainsi de connaître précisément les situations responsables de son augmentation. Par ailleurs, l'utilisation d'indices physiologiques à même de prédire les ruptures comportementales permet de fournir à la personne avec autisme un feedback adapté permettant de prévenir la crise comportementale avant qu'elle ne survienne. À terme, cette connaissance devrait permettre une intervention adaptée, notamment par l'apprentissage de l'autogestion des réponses dans différents contextes sociaux, limitant ainsi l'apparition de comportements perturbateurs [8]. La détection de ruptures dans les signaux physiologiques devient un atout significatif pour identifier les situations dont la charge de stress en fait des situations à risque.

### Références

- [1] Picard, R. W. (2009). Future affective technology for autism and emotion communication. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 364(1535), 3575–3584.
- [2] Pfeiffer, B., Kinnealey, M., Reed, C., & Herzberg, G. (2005). Sensory modulation and affective disorders in children and adolescents with Asperger's disorder. *The American Journal of Occupational Therapy*, 59(3), 335–345.
- [3] White, S. W., Oswald, D., Ollendick, T., & Scahill, L. (2009). Anxiety in children and adolescents with autism spectrum disorders. *Clinical Psychology Review*, 29(3), 216–229.



**Figure 2 – Un exemple de résultat obtenu sur la variabilité de la fréquence cardiaque.**

- [4] Hufnagel, C., Chambres, P., & Auxiette, C. (2014). Les systèmes de monitoring du bien-être : application à l'anxiété dans les troubles du spectre autistique. *Le Bulletin Scientifique de L'ARAPI*, 34, 50–55.
- [5] Dutheil, F., Chambres, P., Hufnagel, C., Auxiette, C., Chausse, P., Ghozi, R., ... Bertrand, P. R. (2015). "Do Well B." : Design Of WELL Being monitoring systems. A study protocol for the application in autism. *BMJ Open*, 5(2), e007716.
- [6] Quintana, D. S., Guastella, A. J., Outhred, T., Hickie, I. B., & Kemp, A. H. (2012). Heart rate variability is associated with emotion recognition : direct evidence for a relationship between the autonomic nervous system and social cognition. *International Journal of Psychophysiology*, 86(2), 168–172.
- [7] Azzaoui, N., Guillin, A., Dutheil, F., Boudet, G., Chamoux, A., Perrier, C., ... Bertrand, P. R. (2014). Classifying heartrate by change detection and wavelet methods for emergency physicians. *ESAIM : Proceedings and Surveys*, 45, 48–57.
- [8] Dawson, G. (2008). Early behavioral intervention, brain plasticity, and the prevention of autism spectrum disorder. *Development and Psychopathology*, 20(3), 775–803.

### Bibliographie complémentaire

Shic, F., & Goodwin, M. (2015). Introduction to Technologies in the Daily Lives of Individuals with Autism. *Journal of autism and developmental disorders*, 45(12), 3773-3776.

Les travaux présentés dans cet article s'inscrivent dans le cadre d'une thèse.

