



Fiche synthétique de présentation du projet

Titre du projet :

Rob'Autisme

Résumé du projet :

Le projet Rob'Autisme a pour objectif de faire bénéficier au plus grand nombre un accompagnement thérapeutique éprouvé, basé sur l'utilisation de robots. Cet accompagnement s'est montré particulièrement efficace pour développer de façon significative les capacités et la qualité des interactions sociales de personnes souffrant de troubles du spectre autistique (TSA), qui, pour rappel, est l'un des points majeurs de définition de l'autisme selon les orientations du DSM IV. Le projet consiste à établir un accompagnement systématique en 20 séances de 1 heure alternant séances préparatoires et séances atelier robotique. Les robots utilisés sont des NAO (*Aldebaran Robotics*, France). Un groupe témoin de 6 jeunes diagnostiqués autistes est suivi depuis 2014, et montre d'incroyables résultats. Ils ont bénéficié d'un premier accompagnement en 2014-15 (20 séances), et d'un second en 2015-16 (20 séances, en cours). L'expérience montre que les progrès suivent encore une pente croissante, l'autisme des sujets devenant de plus en plus difficilement détectable par un spectateur extérieur (qui ne connaît pas les enfants). Devant de tels résultats, l'association souhaite pérenniser le projet et le mettre à la disposition de l'ensemble des personnes souffrant de TSA dans la région Nantaise. L'association souhaite aussi exporter cet accompagnement thérapeutique et le mettre à la disposition de la communauté concernée.

Résumé en une phrase du projet :

Améliorer les capacités de communication de personnes souffrant de troubles du spectre autistique par le biais d'un accompagnement thérapeutique de 20 séances de rééducation avec trois robots dans un environnement contrôlé.

Mots-clefs du projet :

TSA, Robot, Rob'Autisme, accompagnement thérapeutique

Nom et coordonnées du porteur de projet :

Sophie Sakka – 06 78 32 34 39 – sophie.sakka@association-robots.com

Présidente de l'association *Robots !* – 11 rue de l'Arche Sèche – 44 000 Nantes



Objectif général du projet

Le programme Rob'Autisme a pour objectif l'amélioration des capacités de communication et le développement de la qualité des interactions sociales individuelles et collectives de personnes souffrant de troubles du spectre autistique par le biais de l'utilisation de robots humanoïdes. Contrairement aux approches classiques basées sur les robots, qui considèrent ce dernier comme un compagnon social, Rob'Autisme voit le robot comme une extension d'expression et la personne doit le programmer pour lui faire faire ou dire ce qu'elle veut.

Le programme Rob'Autisme a été initié à Nantes en 2014, en collaboration entre l'association *Robots !*, le CHU de Nantes (CPGEA Samothrace), l'Ecole Centrale de Nantes et l'association 1901 Stereolux. Dans cette collaboration, les ateliers robotiques étaient à Stereolux, les ateliers préparatoires au CHU, l'association *Robots !* déplaçait son matériel (robots, ordinateurs équipés du logiciel de programmation, etc.) puis celui mis à disposition par l'école centrale de Nantes jusqu'à une salle dédiée à Stereolux, tous les jeudis concernés par le programme. Le programme Rob'Autisme devait, en 2014-15, répondre à une question sur un groupe test de six enfants : *l'utilisation d'un robot améliore-t-elle l'accompagnement thérapeutique de l'autisme ?* Le programme a été reporté sur le même groupe témoin en 2015-16, pour répondre à d'autres questions : *les progrès continuent-ils avec la même vitesse, ou se stabilisent-ils ? Ce programme doit-il continuer d'année en année, ou devrait-il ouvrir sur une nouvelle thérapie ?* Le groupe témoin a montré une incroyable progression en 2014-15, avec augmentation de la communication volontaire, recherche de l'échange avec les autres, apaisement (diminution des crises), etc. L'observation de ce même groupe témoin en 2015-16 a montré que les résultats des ateliers précédents perduraient dans le temps, plusieurs mois après la fin du programme précédent, ce qui est très encourageant. L'expérience 2015-16, actuellement en cours, montre que la progression continue à la même vitesse, avec une appropriation des ateliers par les jeunes autistes.

L'association *Robots !*, présidée par la chercheuse Sophie Sakka, désire fortement d'une part pérenniser le programme et l'ouvrir au plus grand nombre, d'autre part le pousser au niveau de la recherche, pour pouvoir répondre aux nombreuses questions que les excellents résultats préliminaires ont soulevé : tous les autistes répondent-ils positivement au programme, ou seulement une partie (et dans ce cas comment les caractériser ?) ; La vitesse de progression est-elle la même pour tous les autistes, c'est-à-dire le schéma de 20 séances peut-il être appliqué dans tous les cas, ou certains demanderont ils plus de séances ? L'évolution vers un travail de recherche plus approfondie ne peut pas avoir lieu dans l'organisation actuelle des quatre partenaires : le CHU reste fermé à l'inclusion d'une autre population que celle inscrite dans ses murs, Stereolux ne peut pas mettre à disposition une salle de façon permanente (qui permettrait entre autres de laisser le matériel sur place) et est limité dans les créneaux de mise à disposition de ses locaux. Dans l'état actuel, le programme Rob'Autisme, malgré ses résultats très encourageants, est donc voué à disparaître dès la fin des sessions en cours.

L'association *Robots !* sollicite donc un soutien financier sous les motivations suivantes :

- Mener une recherche approfondie sur une population autiste plus large
- Répondre à l'ensemble des questions soulevées par les premiers résultats de Rob'Autisme, établir des statistiques
- Pérenniser le programme de façon autonome, tout en continuant les collaborations privilégiées avec les partenaires actuels et développant les collaborations avec le tissu associatif local et les institutions nationales
- Impliquer les accompagnants (les parents) dans la mise en place d'un accompagnement systématique



- Mettre à disposition de la population concernée gratuitement l'accompagnement thérapeutique mis en place
- Mettre à disposition de la communauté les résultats obtenus

L'aide sollicitée dans cette demande permettrait donc de pérenniser le programme Rob'Autisme, amélioré d'un recul d'expérience suffisant pour que tous en bénéficient dans les meilleures conditions et puissent l'appliquer.

Originalité et caractère innovant du projet

Les robots et l'autisme à l'international : contexte

Les robots ont fait leur apparition dans les thérapies d'accompagnement des enfants souffrant d'autisme vers 1990, avec les constatations de Dautenhahn d'une attirance « naturelle » de l'autiste vers le robot. Cette chercheuse a proposé l'utilisation d'un robot comme un compagnon social, avec lequel l'autiste pourrait s'exprimer plus librement. L'ensemble de la communauté scientifique a suivi cette approche du robot compagnon, et l'essentiel des recherches actuelles se concentrent sur la manière dont ce compagnon devrait se comporter (Dautenhahn, Werry, Billard, Dickstein-Fisher, Feil-Seifer, Goodrich, Scassellatti, Kozima, etc.).

Lors d'une expérimentation classique (robot compagnon), un seul robot est utilisé face à un sujet ou un groupe de sujet. Le robot est équipé d'un programme lui conférant une personnalité, et sollicite le ou les sujets. Par exemple, trois dessins sont par terre face au sujet, et le robot lui demande lequel représente une pomme. Le sujet doit montrer le dessin choisi au robot, qui le félicite ou lui demande de recommencer. Le projet AURORA, actif depuis 2000 et animé par Dautenhahn, a permis à l'ensemble de la communauté scientifique d'interagir et échanger leurs résultats.

Les approches thérapeutiques classiques ont montré un effet sur les sujets pendant et en dehors des séances après quelques mois d'exposition au robot. Ici, l'apparence du robot est importante : Ricks par exemple a analysé l'influence de cette apparence, montrant une interaction plus facile avec un robot de forme humanoïde qu'avec une mascotte, un animal ou un robot mobile, mais une généralisation inversement proportionnelle, c'est-à-dire que l'enfant est finalement plus en interaction avec le robot mobile. Cette observation est aussi confirmée par les membres du projet AURORA, qui disposent de quatre plates-formes : deux humanoïdes (un garçon et une fille) et deux robots à roues. Cependant, l'effet des méthodes à l'extérieur des séances d'interaction est observé seulement après quelques mois d'exposition à un robot type humanoïde, alors que les chercheurs disposant de seules plates-formes à roues (par exemple) mentionnent plusieurs dizaines de mois, voire plusieurs années. Difficile, dans ce contexte, de savoir si le changement est effectivement dû à la méthode utilisée ou à la plus grande maturité de l'enfant par exemple, ou autres effets indépendants des séances.

Une nouvelle donnée est apparue récemment, en 2006 : l'arrivée sur le marché du robot NAO d'Aldebaran Robotics. C'est un robot humanoïde avec un très beau design, maintenant accessible au prix de 6.000 € (+ accessoires, maintenance, licence). Ce qui signifie que toute institution peut acquérir, à faible coût, un robot. Précédemment, les robots utilisés dans les centres dédiés étaient construits pour la thérapie comme un prototype unique, donc non exploitables en dehors du centre utilisateur. L'arrivée de NAO a multiplié les possibilités d'utilisation de robots dans un cadre thérapeutique autour de l'autisme, mais toujours la même approche est utilisée : le robot compagnon.



Ce qu'apporte Rob'Autisme dans ce contexte :

Rob'Autisme propose une alternative à cette approche généralement acceptée du robot compagnon. Nous considérons que présenter le robot comme un compagnon est un mensonge qui n'échappe pas aux sujets, ce mensonge étant placé à la base même de l'interaction et donc de la thérapie. D'autant plus que ce « compagnon » sollicite le sujet autiste de la même manière que le ferait un adulte non autiste, et nous pensons que le mode de communication est une des sources de refus de la communication.

Rob'Autisme propose donc de présenter le robot comme **une extension** et non un compagnon. L'extension ne dispose pas d'une personnalité préétablie et indépendante du sujet : elle prend automatiquement la personnalité de l'utilisateur. Elle lui obéit, et ne fera rien si l'utilisateur ne l'anime pas. Pour participer au projet dans sa forme actuelle, le sujet doit donc avoir des notions de lecture et d'écriture, qui lui permettront de programmer le robot et le faire s'exprimer à sa place. Cette approche se base sur la technique du *danseur d'ombre* (l'animateur des marionnettes à fils) : le sujet imprime un comportement et des paroles au robot, le robot bouge et s'exprime face à des spectateurs. Les spectateurs regardent le robot et non le sujet, qui est donc protégé et dans l'ombre. Sous cette protection, il peut faire dire et faire faire ce qu'il veut au robot, et s'exprimer librement.

Autre point important, il faut que l'enfant partage son robot, sa création, avec le monde. C'est ici le point qui fera basculer l'enfant de l'enfermement à la communication volontaire ! Plusieurs robots doivent donc absolument être utilisés en parallèle, par plusieurs danseurs d'ombres, et le robot doit être partagé entre plusieurs enfants. Ainsi, chaque groupe pourra partager les résultats de sa programmation avec les autres, et voir ce que les autres ont fait.

Cette approche présente plusieurs avantages :

- 1) Pas de logiciel spécifique requis, outre le logiciel de programmation classique du robot (Chorégraphe d'*Aldebaran Robotics*). Ce logiciel détient des trames prédéfinies pour simplifier la programmation au glisser-déposer selon les envie et compétences des sujets
- 2) Interactions directes et immédiates avec les autres sujets, en se montrant mutuellement les programmations réalisées
- 3) Effets observables dès la première séance sur les capacités à communiquer : si le premier réflexe est de programmer pour soi, très vite le sujet programme pour montrer aux autres
- 4) Apprentissage de compétences de programmation
- 5) Amélioration immédiate des capacités d'écriture, car si les mots sont incorrects, la synthèse vocale du robot les prononcera mal
- 6) Effets observables *en dehors* des séances dès la quatrième séance robotique
- 7) Effets perdurent plusieurs mois après l'arrêt du programme
- 8) Temps de concentration augmente visiblement de séance en séance (5 à 10 minutes de travail possible en début de programme, temps de travail limité à 45mn en fin de programme, les 15mn restantes de la séance étant réservées au jeu –faire parler le robot)

Avec la contrainte que les sujets doivent avoir des notions de lecture et d'écriture lorsqu'ils commencent le programme.

Le robot utilisé est le robot NAO. Il a été montré l'importance de l'apparence du robot, comme mentionné ci-avant. Cependant, d'autres chercheurs ou institutions ont utilisé ce même robot avec des résultats bien moins spectaculaires. C'est donc bien l'originalité de l'approche de Rob'Autisme qui est la source des résultats.



Pour conclure, notre projet présente les originalités suivantes, en comparaison avec les approches classiques :

- 1) Utilisation du robot comme extension et non comme compagnon
- 2) Utilisation de trois robots en parallèle pour un groupe de six enfants
- 3) Programmation d'un robot par deux enfants
- 4) Partage des résultats avec les deux autres groupes d'enfants

Méthodologie et des résultats attendus

Rob'Autisme a été appliqué sur un groupe test de six enfants diagnostiqués autistes, en 2014-15 puis sur le même groupe en 2015-16. Le premier essai avait pour objectif la vérification de la faisabilité de l'approche, ainsi que son bon déroulement. Les effets sur les enfants ont été spectaculaires de par leur rapidité. Un des sujets par exemple ne parlait pas avant le début du programme, et a maintenant résolu ce problème. On aimerait même qu'il se taise, parfois ! Tous les enfants ont montré une bien meilleure socialisation, dont avec les autres enfants de leur âge. Leurs parents confirment une nette amélioration au quotidien, avec des crises seulement occasionnelles (certains effectuaient des crises plusieurs fois par jour avant le programme, rendant particulièrement difficile leur scolarisation).

Le programme se déroule en 20 séances de 1 heure, alternant des séances de préparation et des séances de travail robotique. Pendant les séances de préparation, les enfants enregistrent leur voix racontant une histoire. Ils jouent l'histoire (réfléchissent aux gestes et aux émotions associés à la voix). Pendant les séances robotique, les enfants programment les gestes sur les robots, qui correspondent aux mots prononcés. Les fichiers son précédemment enregistrés sont joués par les robots. Une fois l'histoire entièrement racontée et jouée par les robots, un spectacle est organisé devant les parents et autres spectateurs connus et inconnus, en présence des enfants. Cette restitution, accompagnée d'un goûter, conclut le programme.

La méthodologie :

- 1) Effectuer un appel à participation auprès des associations et institutions concernées en région Loire-Atlantique
- 2) Organiser les groupes de six autistes pour suivre les 20 séances du projet
- 3) Evaluation des résultats : Avant et après, et six mois après chaque programme, faire remplir un questionnaire aux parents. (les parents seront impliqués dans le programme de recherche, sans toutefois être présents aux ateliers). Avant et après chaque programme, faire dessiner un robot aux enfants impliqués dans le programme.
- 4) Appliquer l'accompagnement thérapeutique (les 20 séances) sur chaque groupe. Relever les observations sur la progression de chaque participant.
- 5) En fin de programme, organiser la restitution de la programmation des enfants devant un public restreint à une douzaine de personnes inconnues, auxquelles s'ajoutent les personnes connues encadrant l'accompagnement, éventuellement les parents

A la fin de chaque programme, l'accompagnement thérapeutique sera modifié pour prendre en compte l'ensemble des remarques. Les progressions sont enregistrées pour constituer des statistiques (incluant les résultats des questionnaires aux parents).

L'environnement des ateliers nécessite



- L'intervention de 4 personnes : un spécialiste robotique et un intervenant familier avec l'autisme par binôme.
- Un espace dédié, où le matériel peut être stocké en toute sécurité. Il est très important que l'organisation de la salle de travail soit toujours la même, et le lieu toujours le même.
- L'acquisition de 5 robots NAO et licences Chorégraphe associées. 3 robots seulement seront utilisés lors des ateliers robotiques, mais ce matériel est encore fragile et nécessite des retours réguliers en maintenance, aussi des robots de secours sont-ils absolument nécessaires. Tous les robots seront de la même couleur.
- L'acquisition de trois ordinateurs identiques.
- L'acquisition d'un système d'enregistrement de voix (dont logiciel de traitement des fichiers son)

Le programme consistera à faire raconter aux robots NAO « une histoire à quatre voix » d'Anthony Brown. Avec le temps, une histoire à 6 voix devra être mise en place afin que les 6 sujets qui suivent le programme soient systématiquement impliqués. Mais le fait qu'ils aient le choix nous semble important dans cette première phase.

Deux groupes pourront être traités simultanément (une séance d'un programme le matin, et de l'autre programme l'après-midi), afin d'optimiser le déplacement des personnels encadrants. Ceux-ci seront effectivement mobilisés sur la journée entière pour organiser les séances, les réaliser et débriefer. Les quatre personnes (1 spécialiste robotique et 3 spécialistes autisme formés à l'utilisation des robots) seront donc sollicitées 72 jours sur les deux années : 60 jours pour la réalisation des 6 programmes, 6 jours de préparations et de conclusions, 6 jours d'organisations. 1 personne sera sollicitée à mi-temps pour la rédaction des articles scientifiques, la communication et la centralisation de l'organisation.

Les **résultats attendus** : une modification globale du comportement social chez les sujets traités :

- Amélioration de la communication volontaire
- Augmentation du temps de concentration
- Diminution des crises d'angoisse
- Amélioration des notions de partage
- Augmentation de l'attention à l'autre
- Responsabilisation à travers l'appropriation de nouvelles compétences

Pour les résultats sur l'environnement des personnes traitées et de la communauté concernée :

- Mise à disposition pérenne du programme Rob'Autisme au sein de l'association *Robots !*
- Ouverture à tout public autiste de la région
- Exportation du protocole vers les autres régions
- Accès gratuit à la thérapie
- Implication des accompagnants
- Rayonnement scientifique et médiatique

Présentation des supports réalisés pour diffuser et valoriser les connaissances produites par la recherche et des modalités de transfert de ceux-ci



Le protocole du projet Rob'Autisme est destiné à être mis à la disposition de la communauté. La description complète des 20 séances, avec observations et notes sur les progrès observés, de séance en séance. Cette mise à disposition sera faite

- Par une page internet dédiée sur le site de l'association *Robots !*
- Par des publications scientifiques sur le sujet dans la communauté des chercheurs
- Par des présentations publiques
- Par des supports vidéo (dont ceux des restitutions publiques de fin de programme)

Les résultats sur la population test (6 enfants diagnostiqués autistes) ont été divulgués par ces biais, avec une publication scientifique à paraître lors de la conférence MESROB 2016 (Autriche, juin 2016), deux conférences (une publique lors des journées de la science, Ecole centrale de Nantes, 2015, et une scientifique lors de la journée de la pédopsychiatrie de la SIP, 03 mars 2016), et un fort rayonnement médiatique. Voir la page du projet :

http://www.association-robots.com/?page_id=611

Avec plus particulièrement :

- Video TéléNantes : <http://www.telenantes.com/actualite/article/autisme-le-robot-nao-au-service-des-ados>
- Articles de presse :
 - o http://www.nantesmetropole.fr/actualite/l-actualite-thematique/le-robot-humanoide-nao-aide-de-jeunes-autistes-a-communiquer-handicap-83788.kjsp?RH=WEB_FR
 - o <http://www.asf78-tousalecole.org/#!M%C3%89LANIE-LEGRAND-SOPHIE-SAKKA-ET-R%C3%89NALD-GABORIAU-AUTOUR-DU-PROJET-DE-NAO-POUR-LES-AUTISTES/c16ij/56c217e50cf2fe0269b15d5c>

Ce projet a connu un fort rayonnement médiatique, avec 3 émissions de TV locales (France 3 région et TéléNantes), 4 interventions au cours d'émissions de radio et une trentaine de publications dans des journaux et articles sur sites internet. Il fera l'objet d'une conférence TEDx à Rennes le 4 juin 2016 (présentatrice Sophie Sakka). Un reportage radio France Culture est en cours de réalisation.

Présentation de l'association *Robots !* et du porteur du projet

L'association *Robots !* est une association 1901 créée le 8 mars 2014. Son objet est la divulgation de savoirs robotiques auprès du grand public, notamment par des actions de conférences, ateliers et événementiels. Depuis sa création, l'association a pu former une cinquantaine de membres à l'utilisation du robot NAO (Aldebaran Robotics), elle a dispensé 13 conférences publiques dont cinq devant plus de 150 personnes, elle a participé à 32 événements. Elle a aussi été co-organisatrice d'événements tournant autour de la robotique, comme le Robotic Day 2014 et 2015, qui ont accueilli à la cité des Congrès de Nantes respectivement 3800 et 6300 personnes. L'association bénéficie de soutiens forts de la part de l'Université de Nantes et de l'Ecole Centrale de Nantes. Sa visibilité dans les médias a été quasi-immédiate, aussi d'autres partenaires commencent à se manifester, comme la MAIF (soutien de 650 euros pour la méthode pédagogique alternative associée au projet Rob'Autisme) ou l'EPSI (école d'ingénieurs privée). Du fait de son jeune âge, l'association n'est actuellement ni subventionnée ni soutenue par des fondations ou autres grandes organisations dispensant des soutiens financiers.



La fondatrice et présidente de l'association, Sophie Sakka, est enseignante-chercheuse en robotique humanoïde. Au travers des activités de l'association *Robots !*, elle utilise ses capacités d'enseignement pour divulguer efficacement un savoir robotique (conférences, ateliers), et ses capacités de recherche pour orienter les projets vers une meilleure compréhension des tenants et des aboutissants robotiques. Parmi les réponses recherchées par les activités de l'association : savoir en quoi l'utilisation d'un robot pour une application donnée est effectivement justifiée, et comment optimiser la contribution robotique pour de meilleurs résultats. Un des objectifs majeurs de l'association est l'accompagnement de la mutation robotique de la société, en mettant à disposition de tous des machines, un savoir et des compétences.

Sophie Sakka a fait ses études à l'université Pierre et Marie Curie, Paris VI, jusqu'à l'obtention d'une thèse de doctorat en robotique en 2002. Elle est partie deux années se spécialiser en robotique humanoïde à l'AIST-Tsukuba (Japon). Elle a été recrutée comme Maître de conférences à l'université de Poitiers en 2005, poste qu'elle occupe encore aujourd'hui. Elle a passé une année à l'IIT-Genova (Italie) comme chercheuse invitée, en 2006-07. En 2010, elle a rejoint l'Institut de Recherche en Communications et Cybernétique de Nantes (IRCCyN) en tant que chercheuse, où elle est encore aujourd'hui. En 2014, elle fonde l'association *Robots !* dont l'objectif est de divulguer des connaissances sur la robotique auprès du grand public, ce afin d'accompagner la mutation actuelle de la société dans ce domaine. Depuis 2014, elle a rejoint le CNRS comme évaluatrice nationale en robotique.

Sophie Sakka est une spécialiste internationalement reconnue en robotique humanoïde. Deux sujets l'occupent particulièrement : la compréhension de l'équilibre humain afin de réaliser des prothèses autonomes efficaces, et l'interaction de l'humain avec le robot. Pour ce dernier sujet, elle cherche à valoriser l'utilisation de robots dans le cadre thérapeutique, avec des personnes âgées ou des autistes. Elle est une des sources du projet Rob'Autisme, principalement construit en collaboration avec Rénaud Gaboriau, orthophoniste au CHU de Nantes et spécialiste de l'autisme.

Le projet Rob'Autisme présenté ici est un projet solidaire de l'association, mettant à disposition d'un public autiste les compétences robotiques de l'association.