

Impact des interventions numériques pour favoriser l'inclusion scolaire des élèves avec Troubles du Spectre Autistique

Cécile Mazon, Charles Fage, Hélène Sauzéon

► **To cite this version:**

Cécile Mazon, Charles Fage, Hélène Sauzéon. Impact des interventions numériques pour favoriser l'inclusion scolaire des élèves avec Troubles du Spectre Autistique. Les Cahiers de l'Actif, Actif information, 2017, L'impact des TIC et du numériques sur les pratiques professionnelles dans les ESSMS, pp.20. hal-01939720

HAL Id: hal-01939720

<https://hal.inria.fr/hal-01939720>

Submitted on 29 Nov 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Impact des interventions numériques pour favoriser l'inclusion scolaire des élèves avec Troubles du Spectre Autistique

Mazon Cécile^{1,2}, Fage Charles³ et Sauzéron Hélène^{1,2}

¹Laboratoire « Handicap, Activité, Cognition, Santé – EA-4136, Université de Bordeaux

²Équipe Phoenix – Inria Bordeaux Sud-Ouest

³Unité de logopédie clinique, Université de Liège (Belgique)

Résumé

Alors que l'inclusion scolaire des élèves en situation de handicap reste en constante progression, les élèves avec Troubles du Spectre Autistique (TSA) rencontrent encore des difficultés à être scolarisés en milieu ordinaire. En se basant sur les principes d'intervention existants et sur les potentialités des technologies numériques, de nouvelles pratiques d'intervention se sont développées pour soutenir et accompagner les élèves avec TSA lors de leur inclusion scolaire en milieu ordinaire. Ainsi, depuis plusieurs années, la communauté scientifique s'intéresse au développement et à l'évaluation de technologies numériques dans le cadre d'interventions ciblées pour les individus avec TSA. Les interventions technologiques ont surtout été développées à des fins thérapeutiques et rééducatives, dans la tradition de la prise en charge des TSA, mais elles s'étendent désormais à de nombreux environnements de vie pour offrir des assistances en contexte « naturel » (*e.g.*, école). Bien que l'efficacité de telles interventions doive encore être étayée, les études sur ces nouvelles pratiques rapportent des résultats positifs, comme ceux du projet *Collège+*, documentés dans cet article. Ainsi, les technologies numériques ouvrent une voie prometteuse d'accompagnement et de soutien pour les élèves avec TSA en situation d'inclusion scolaire en milieu ordinaire.

Introduction

La scolarisation des élèves avec Troubles du Spectre Autistique (TSA) reste encore aujourd'hui problématique en France. Le 3^{ème} Plan Autisme arrivant à échéance, le gouvernement est actuellement en concertation avec toutes les parties prenantes sur les axes prioritaires à donner au 4^{ème} Plan Autisme, parmi lesquels la scolarisation des jeunes avec TSA restera probablement un enjeu central, compte tenu des besoins et attentes, non couverts encore aujourd'hui, de la part des enfants avec TSA et de leurs familles. Cette situation appelle à trouver des solutions innovantes pour offrir et garantir une scolarité continue aux jeunes avec TSA, et en priorité en milieu ordinaire, conformément aux dispositions légales et aux engagements gouvernementaux liés aux différents Plans Autisme. Dans ce contexte, les Technologies Numériques (TN) ouvrent de nouvelles perspectives quant au soutien et à l'accompagnement de la scolarisation des jeunes avec TSA. Ces dernières années, de nouvelles pratiques d'interventions auprès des élèves TSA se sont développées, s'appuyant à la fois sur les pratiques thérapeutiques et comportementales existantes, et sur les potentialités des technologies en termes d'interface, d'interaction et de personnalisation.

La première partie de cet article propose un état des lieux de l'inclusion scolaire des jeunes avec TSA, suivi d'une synthèse des différentes interventions basées sur les technologies à travers l'examen de la littérature scientifique. Dans une seconde partie, nous proposons une illustration de l'usage d'un outil numérique en contexte scolaire : *Collège+*, un assistant sur tablette, conçu pour soutenir et accompagner la scolarisation en milieu ordinaire de collégiens avec TSA.

Scolarisation des jeunes avec TSA et utilisation des TN en milieu scolaire

Depuis la loi du 11 février 2005 pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées, tout enfant en situation de handicap est de droit un élève (loi n° 2005-102). A fortiori, la loi d'orientation et de programmation pour la refondation de l'École de la République du 8 juillet 2013 reconnaît le principe de l'école inclusive pour tous les enfants, sans aucune distinction (loi n° 2013-595). Ces deux lois forment le socle qui doit assurer à tout enfant, une scolarisation continue et, en priorité dans le milieu ordinaire. Les établissements scolaires ont le devoir d'accueillir tous les enfants, et de proposer une pédagogie adaptée aux besoins éducatifs particuliers des élèves. Plusieurs dispositifs ont ainsi été créés pour soutenir les élèves à besoins éducatifs particuliers, dont le PPS (Projet Personnalisé de Scolarisation) destiné aux élèves en situation de handicap (ESH).

À la rentrée 2015-2016, plus de 350 000 ESH étaient scolarisés, dont près de 80% en milieu ordinaire (MENESR, 2017). Ces données s'inscrivent dans une dynamique d'augmentation, puisque le nombre d'ESH scolarisés augmente chaque année (+6,1% par rapport à la rentrée 2014-2015). En revanche, ces chiffres doivent être relativisés puisqu'on observe encore de grandes disparités en fonction du type de handicap, mais aussi en termes d'accompagnement, de temps de scolarisation et de mise à disposition de matériel adapté (Fage et Sauzéon, sous presse ; UNICEF, 2015). Parmi les différents types de handicap, il s'avère que les élèves avec troubles intellectuels et cognitifs sont ceux qui éprouvent le plus de difficultés à suivre une scolarité en milieu ordinaire. Cette catégorie d'ESH représente en effet 46,2% des effectifs dans

le milieu spécialisé. De plus, bien qu'ils soient la catégorie la plus représentée parmi les ESH scolarisés en milieu ordinaire, plus de 50% des élèves avec troubles intellectuels et cognitifs sont scolarisés en ULIS (*i.e.*, scolarisation collective), tous degrés confondus. Il faut également noter que ces élèves bénéficient le moins d'un accompagnement humain (AESH : Accompagnant d'Élèves en Situation de Handicap), avec 38,1% accompagnés dans le 1^{er} degré et 14% dans le 2nd degré, dont seulement 1% d'accompagnement à plein temps (MENESR, 2017). Parmi les élèves avec troubles intellectuels et cognitifs, la scolarisation des élèves avec TSA reste encore modeste dans le milieu ordinaire, puisque les dernières estimations indiquent que seul un quart des jeunes de moins de 20 ans avec TSA sont scolarisés, tous milieux confondus (Prado, 2013 ; UNICEF, 2015).

Les Troubles du Spectre Autistique (TSA) sont définis comme des troubles neurodéveloppementaux, caractérisés par des déficiences dans deux domaines majeurs : d'une part, la communication et les interactions sociales et d'autre part, les comportements, activités et intérêts restreints et répétitifs (DSM-5, APA, 2013). La notion de spectre associée aux TSA traduit la grande hétérogénéité des profils cognitifs et comportementaux, avec une forte variabilité dans la sévérité des TSA, et d'autant plus lorsqu'on considère la fréquente association avec une déficience intellectuelle (25-75%, Ratcliffe, *et al.*, 2015). Les TSA se déclarent précocement dans le développement de l'individu, et peuvent dès lors, impacter significativement les sphères de vie de la personne. Ainsi, l'inclusion scolaire en classe ordinaire est l'une des premières restrictions de participation rencontrée par les enfants avec TSA. A titre d'exemple, ils éprouvent souvent des difficultés à apprendre des routines scolaires, à réaliser une activité dans un temps imparti, à réguler leurs émotions, à s'exprimer verbalement ou encore à capter et interpréter les signaux implicites de communication non-verbale. Ces différentes limitations peuvent retentir négativement sur la scolarité de l'élève lui-même, et plus largement sur la vie de la classe, compromettant alors leur inclusion en milieu ordinaire. Pourtant, des recherches scientifiques suggèrent que l'inclusion scolaire produit des bénéfices comportementaux et cognitifs chez les élèves avec TSA : acquisition des codes sociaux et des indices de communication, amélioration des interactions sociales et des relations, diminution des comportements répétitifs/inadaptés, augmentation de leur estime de soi et de leur qualité de vie, etc. (*e.g.*, Ferraioli et Harris, 2011 ; Chevallier, Courtinat-Camps et de Léonardis, 2015).

La variété des profils des élèves avec TSA nécessite une prise en charge spécialisée et individualisée, et donc des assistances personnalisées. Les TN offrent de nombreuses opportunités de personnalisation des contenus et des interfaces, et permettent donc de concevoir des outils adaptés aux besoins et aux compétences des élèves avec TSA. Par ailleurs, les TN actuellement développées ont de nombreuses potentialités qui s'accordent aux principes éducatifs éprouvés par les pratiques thérapeutiques (*e.g.*, ABA, TEACCH, 3i). Par exemple, les affichages dynamiques offrent de nombreux supports visuels, ou encore les environnements numériques permettent une structuration de l'espace et une prédictibilité favorables à l'apprentissage des élèves avec TSA. De plus, l'attrance particulière des personnes avec TSA pour les TN est fréquemment rapportée, argumentant d'autant plus leur usage auprès de ce public à des fins rééducatives (Putnam et Chong, 2008).

Les premiers outils numériques à destination des enfants avec TSA sont apparus dans les années 70, avec les travaux de Colby (1973) sur des programmes d'entraînement à la communication

par ordinateur. Ensuite, les recherches dans cette lignée se sont multipliées, avec en premier lieu, les interventions pédagogiques et éducatives pour les enfants. Ces dernières années, avec les progrès et l'expansion des TN, plus portables (*e.g.*, smartphone, tablettes) et plus sophistiquées (*e.g.*, robotique, réalité virtuelle), les interventions technologiques pour TSA suscitent toujours plus d'engouement, si bien que leur utilisation ne se limite plus au contexte thérapeutique et s'élargit enfin aux situations de vie quotidienne, dont le milieu scolaire (Fage et Sauzéon, sous presse).

Les interventions technologiques visant la remédiation de la communication et des aptitudes verbales, au cœur des TSA, représentent encore aujourd'hui la majorité des travaux (Ploog, *et al.*, 2013). Sur la base des principes de la méthode ABA, *TeachTown*¹ est un programme d'entraînement sur ordinateur qui propose de nombreux exercices pour améliorer le langage (expression et réception) et les comportements sociaux (Whalen, *et al.*, 2010). Après 3 mois d'utilisation, des améliorations significatives sont observées dans les domaines du langage réceptif, de la compréhension sociale, des habiletés de vie quotidienne et des compétences académiques chez 22 élèves avec TSA. Plus récemment, le programme ABRACADABRA² ciblant les capacités de lecture et d'écriture d'enfants avec TSA, a été validé dans une étude impliquant 20 enfants avec TSA pendant 13 semaines (Bailey, Arciuli et Stancliffe, 2017).

D'autres études se sont attachées à proposer des outils de communication alternative : les *Speech-Generative Devices* (SGD). Ces dispositifs génèrent du discours, et s'inspirent de systèmes de communication par images tels que le *Picture Exchange Communication System* (PECS). Ils sont particulièrement appréciés aux vus des résultats positifs auprès des enfants avec TSA : demandes d'aides, conversations et commentaires, réponses aux questions, etc., et ces bénéfices semblent se maintenir dans le temps (Van Der Meer et Rispoli, 2010).

Pour l'entraînement aux aptitudes sociales, dominant les dispositifs basés sur les « modèles vidéo » (*i.e.*, *video modeling*) consistant en un renforcement des apprentissages via des mises en situations écologiques (*i.e.*, similaires à l'environnement réel). Après avoir fait visionner à l'enfant, une vidéo illustrant le comportement attendu dans une situation donnée, un instructeur ou un pair réalise le comportement dans le même contexte en l'expliquant. Puis, l'enfant est lui-même mis en situation pour reproduire le comportement acquis. Les modèles vidéo offrent donc un apprentissage sans-erreur en guidant l'enfant vers la réussite de la réalisation d'une activité. Ils se sont révélés efficaces dans la remédiation de compétences sociales et de jeu (Shukla-Mehta, Miller et Callahan, 2009). La réalité virtuelle se développant de plus en plus, des interventions ont aussi mis  sur la mise en situation écologique par l'usage d'environnements virtuels propices à offrir plus d'opportunités d'interactions et une meilleure immersion à l'enfant (*e.g.*, Bekele, *et al.*, 2013).

La reconnaissance des émotions est aussi un domaine très investi (Ramdoss, *et al.*, 2012). Lacava, *et al.* (2007) ont proposé un programme sur ordinateur pour entraîner la reconnaissance

¹ <http://web.teachtown.com/>

² <http://petitabra.concordia.ca/>

d'émotions simples (*e.g.*, joie, peur) et complexes (*e.g.*, calme, inquiétude) à 8 enfants avec TSA. Après 10 semaines d'utilisation, les performances de reconnaissance des émotions s'étaient significativement améliorées, que ce soit sur photo ou à partir de l'intonation de la voix. D'autres travaux menés autour de la série de DVD *The Transporters*³, ont proposé des films d'animations avec des véhicules sur lesquels sont affichés des visages qui expriment des émotions au fil de l'histoire, et ont montré des bénéfices significatifs auprès d'enfants avec TSA en termes de reconnaissance des émotions, et ce, à plusieurs niveaux de généralisation (Golan, et al, 2010 ; Young et Posselt, 2012). Enfin, le logiciel *EmotionTrainer*⁴ propose des entraînements progressifs visant la reconnaissance des émotions (Silver et Oakes, 2001). La 1^{ère} section présente des photographies d'expressions faciales, et demande à l'enfant d'identifier l'émotion parmi 4 propositions (joie, tristesse, colère, peur). L'évaluation auprès de 11 enfants avec TSA à raison de 10 sessions de 30 minutes, a montré des améliorations significatives de la reconnaissance des émotions à partir de photos et de cartoons, mais le transfert des apprentissages n'a pas été évalué en situation écologique. Par ailleurs, ce logiciel d'entraînement fait partie des programmes d'interventions technologiques visant à la fois la reconnaissance des émotions et les compétences sociocognitives (notamment les mécanismes de Théorie de l'Esprit, TE). En effet, les 4 autres sections du programme *EmotionTrainer* sont des exercices où l'enfant est invité à identifier des émotions et des états mentaux à partir de situations, et non plus à partir d'expressions faciales.

Les compétences TE ont fait l'objet d'interventions spécifiques, dont celles autour du logiciel *MindReading*⁵, qui propose un guide interactif à travers une large variété d'émotions et d'états mentaux. Avec plus de 412 émotions et états mentaux, ce logiciel propose une présentation de 24 émotions selon 6 niveaux de développement, et chaque émotion est définie et présentée par de nombreux contenus vidéo, audio et écrits. L'utilisateur a accès à trois applications : une bibliothèque, un centre d'apprentissage et une zone de jeu. Bien qu'il doive encore être testé auprès d'enfants, ce logiciel a suscité des améliorations significatives des compétences sociocognitives chez des adultes avec TSA (Golan et Baron-Cohen, 2006).

D'autres interventions ont pris le parti de proposer une solution globale pour entraîner différentes capacités à visée scolaire (*e.g.*, lecture, écriture, calcul, catégorisation). C'est le cas des applications *LearnEnjoy*⁶, projet financé par le Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (MENESR). *LearnEnjoy* propose des applications pour la maternelle et le primaire, conçues par une équipe pluridisciplinaire pour favoriser l'apprentissage en s'appuyant sur la méthode ABA. Une première étude a été menée avec 31 enfants et 9 adultes avec TSA. Après un premier temps d'adaptation au dispositif, l'utilisation de *LearnEnjoy* pendant 6 mois a permis une meilleure régulation des activités et une diminution de la résistance au changement (Nézereau, *et al.*, 2016).

³ <http://www.thetransporters.com/>

⁴ <http://www.emotiontrainer.co.uk/>

⁵ <https://www.jkp.com/uk/mindreading>

⁶ <https://www.learnenjoy.com/>

La plupart des interventions présentées ci-avant ont été menées dans un contexte thérapeutique ou en milieu protégé. Si elles semblent prometteuses en termes d'améliorations cognitives et/ou comportementales, beaucoup d'entre elles souffrent de lacunes méthodologiques lors de leur validation, les rendant plus ou moins fiables (*e.g.*, Grynszpan, *et al.*, 2014). Par exemple, ces interventions sont souvent limitées en termes de généralisation des acquis : les bénéfices des interventions « en cabinet » ne sont pas systématiquement transférés aux situations de vie quotidienne. En réponse à ces limitations et grâce aux évolutions technologiques, d'autres types d'interventions ont été développées *in situ*, c'est-à-dire, directement dans les milieux de vie quotidienne, tels que les écoles et collèges, ou encore en milieu professionnel (Fage et Sauzón, sous presse).

Une grande partie de ces technologies d'assistance *in situ* cible les élèves avec TSA non-verbaux. Ainsi, les systèmes SGD ont été repris sur des supports mobiles pour proposer des outils de communication portables, moins encombrants et moins stigmatisant que les classeurs d'images. Ces dispositifs sont désignés par l'appellation *Alternative and Augmentative Communication* (AAC), et se généralisent de plus en plus sur supports mobiles. Les revues évaluant leur impact concluent que les AAC semblent améliorer la production langagière des enfants avec TSA, bien que les bénéfices restent limités en comparaison avec les interventions classiques. Parmi le panel de dispositifs AAC, l'application *Proloquo2go*⁷ sur iPad propose une version numérique du PECS, mais n'a été évaluée qu'auprès de deux enfants avec TSA non-verbaux. Ces derniers ont été capables de formuler des demandes, et les évaluations ont montré une diminution des comportements antisociaux et font état d'un transfert des apprentissages à d'autres activités que celles entraînées (Sigafoos *et al.*, 2013). L'application *iCAN*, autre adaptation numérique du PECS, a, quant à elle, été déployée en classe spécialisée auprès de 11 élèves avec TSA et leurs équipes pédagogiques. Les entretiens réalisés avec les enseignants spécialisés et la famille font état d'une diminution du temps passé à préparer des supports de communication, et d'une plus grande volonté des enfants à s'engager dans un apprentissage et à communiquer avec leurs pairs (Chien, *et al.*, 2015). L'application *MyVoice*, très similaire, a été déployée en classe spécialisée aussi auprès d'enfants avec divers profils (*e.g.*, troubles des apprentissages, déficience intellectuelle, TSA, troubles du langage). Là encore, les auteurs rapportent un plus grand attrait et une plus grande motivation des élèves, mais sans pour autant montrer d'amélioration dans la communication (Campigotto, McEwen, et Epp, 2013).

Dans la même veine, des recherches ont été menées pour proposer des outils numériques d'assistance aux interactions sociales. L'application *MOSOCO* par exemple, cible le soutien des interactions sociales via l'utilisation de la réalité augmentée sur smartphone (Escobedo, *et al.*, 2012). Après un entraînement des compétences sociales, l'application propose de soutenir la mise en pratique des compétences apprises via des fonctionnalités telles que repérer un partenaire d'interaction, donner des conseils pour les interactions, etc. L'évaluation impliquant 3 enfants avec TSA et 9 sans TSA a montré une augmentation du nombre et de la qualité des interactions sociales. Cependant, ce dispositif a été testé dans un milieu très contrôlé, et son utilisation en milieu non-contrôlé semble peu réaliste, compte-tenu du fait que le téléphone doit être interposé entre les utilisateurs, par exemple. Plus encore, la suggestion de partenaires

⁷ <http://www.assistiveware.com/fr/produit/proloquo2go>

d'interactions se limite aux détenteurs de l'application, ce qui réduit les possibilités d'interaction en milieu réel.

D'autres recherches ont déployé en classe spécialisée des applications sur table interactive *multitouch* pour favoriser l'engagement dans des jeux collectifs et les interactions sociales des élèves avec TSA. En effet, la grande surface tactile de ces tables permet des activités dans lesquelles les enfants doivent se coordonner pour réussir une tâche, ce qui peut susciter une amélioration des aptitudes sociales des enfants avec TSA. Par exemple, Hourcade, *et al.* (2013) avec quatre jeux collaboratifs sur table *multitouch*, ont évalués 8 enfants avec TSA et ont observé plus de comportements pro-sociaux et d'interactions sociales. Bauminger-Zviely, *et al.* (2013) proposent deux applications sur table *multitouch* favorables à la collaboration et au dialogue social, qu'ils ont évalué avec 22 élèves avec TSA en classe spécialisée. Les résultats ont montré une amélioration des compétences sociocognitives (*e.g.*, résolution de problèmes sociaux, collaboration, dialogue social) et une augmentation modérée de leur engagement social.

Enfin, d'autres interventions *in situ* se sont appliquées à proposer des assistances pour la réalisation d'activités, consistant à décomposer des activités en séquences d'étapes, décrites par un texte et une image. Largement inspirés des programmes tels que TEACCH, l'efficacité des assistants à la réalisation d'activités a été démontrée dans plusieurs études, tant en termes d'engagement et d'initiation sur les tâches que de diminution des comportements inadaptés (Fage, *et al.*, 2016). En effet, un tel découpage des activités permet de réduire l'anxiété ainsi que la charge cognitive liée à la planification de la tâche chez des enfants avec TSA, dont le fonctionnement exécutif est affecté. Existants déjà sur support papier, ces assistances numériques ont l'intérêt de réduire l'aspect stigmatisant en étant plus discrètes, d'augmenter la portabilité et de diminuer la charge des enseignants et AESH, qui consacrent beaucoup de temps à créer, gérer et mettre à jour les contenus. Par exemple, le système *vSked* propose de créer et de gérer des programmes d'activités à l'échelle d'une classe (Hirano, *et al.*, 2010). L'enseignant et chaque enfant dispose d'une tablette, et un écran dans la classe affiche la progression des élèves dans le programme individualisé. Déployé dans une classe spécialisée de 9 enfants avec TSA, l'évaluation a montré une réduction de la charge de travail de l'équipe pédagogique, mais aussi des améliorations en termes de communication et d'interactions sociales chez les élèves. Autre exemple, Gentry, *et al.* (2010) ont proposé une application mobile de gestion de tâches à 22 jeunes adultes avec TSA à l'université. Ces derniers ont gagné en performance et en autonomie sur les tâches après 8 semaines d'utilisation.

Que ce soit des interventions *in situ* ou en cabinet, l'émergence des TN a permis le développement de nouvelles pratiques se basant à la fois sur les principes d'interventions thérapeutiques et comportementales, et sur les diverses potentialités offertes par les supports technologiques (interface, personnalisation, interaction, etc.). Néanmoins, leurs bénéfices restent encore sujets à débats tant les études de validation sont hétérogènes en termes de méthodologie et de résultats. En effet, les dernières revues de la littérature continuent de faire état de faiblesses méthodologiques telles que l'absence de groupe contrôle, de petits effectifs de groupes, ou encore l'usage de mesures non standardisées (*e.g.*, Grynszpan, *et al.*, 2014 ; Odom, *et al.*, 2015 ; Ramdoss, *et al.*, 2012), ce qui ternit quelque peu la valeur ajoutée de ces interventions sans toutefois les remettre en cause définitivement.

Le projet *Collège+*

Depuis 2012, avec le soutien du MENESR et de la Fondation Orange, le centre de recherche Inria Bordeaux Sud-Ouest développe un programme de recherche visant à concevoir et à valider l'efficacité d'un assistant scolaire numérique sur tablette auprès de collégiens avec TSA, scolarisés en ULIS. Ce projet, baptisé *Collège+*, a pour objectif de soutenir leur inclusion en classe ordinaire dans les enseignements fondamentaux (français, histoire, géographie, etc.), raison pour laquelle il cible les comportements socio-adaptatifs scolaires. Le développement de *Collège+* a également suscité une collaboration multi-compétences avec le Centre Ressources Autisme (CRA) d'Aquitaine (pédopsychiatres spécialistes des TSA), avec l'Université de Bordeaux (chercheurs en sciences cognitives, en informatique), ainsi qu'avec l'Académie et le Rectorat de Bordeaux (enseignants, collèges, etc.).

Collège+ est un assistant numérique ciblant différentes sphères cognitives et comportementales connues pour être à l'origine des difficultés rencontrées par les élèves avec TSA : communication verbale et non-verbale, comportements sociaux et adaptatifs, gestion des émotions. Adoptant une démarche centrée-utilisateur, le développement de cet outil est le fruit d'un consensus émergent de l'analyse des besoins de toutes les parties prenantes au projet : les besoins exprimés des élèves avec TSA ; leurs souhaits et ceux de leurs familles ; et les besoins exprimés et issus de l'expertise des cliniciens spécialistes des TSA, ainsi que des enseignants et des AESH. Cette démarche de conception itérative centrée sur les besoins est une garantie de proposer in fine un outil adapté aux attentes, aux besoins et aux compétences des élèves et des différents acteurs de leur inclusion scolaire.

En particulier, une analyse des besoins cognitifs en relation avec la situation de handicap scolaire a été menée auprès de 45 collégiens avec TSA ou avec déficience intellectuelle. Cette évaluation a révélé chez ces collégiens la forte prégnance des difficultés socio-adaptatives dans leur handicap scolaire mais aussi des capacités limitées en termes de mécanismes sociocognitifs. De manière très significative, cette analyse a révélé que chez les élèves avec TSA, les déficiences sociocognitives sont une origine majeure de leurs difficultés socio-adaptatives. A la différence, chez les élèves avec déficience cognitive, les comportements socio-adaptatifs étaient plus fortement reliés à leur âge et leur QI. Cette analyse a permis de confirmer que la remédiation des compétences sociocognitives est une bonne cible thérapeutique pour améliorer les comportements socio-adaptatifs des élèves avec TSA.

L'assistant *Collège+* se compose d'un ensemble d'applications divisé en deux modules (Figure 1) : 1) un module socio-adaptatif d'assistance à la vie scolaire, qui a vocation à être utilisé en contexte scolaire lorsque l'élève a besoin d'aide ; et 2) un module de remédiation/d'entraînement sociocognitif proposant des exercices sous forme de jeux sérieux, qui a vocation à être utilisé en période extra-scolaire (e.g., domicile). De plus, cet assistant offre des opportunités de personnalisation en séparant les contenus de l'interface : il est alors possible de modifier des éléments tels que les images ou le texte tout en conservant l'interface, afin de les adapter au profil (e.g., besoins, compétences) de l'élève qui l'utilise.

Le module d'assistance regroupe trois applications : deux applications d'assistance à la réalisation d'activités (i.e., verbales et scolaires), et une application d'assistance à la régulation

émotionnelle. L'assistant à la réalisation de tâches (Figure 2) est une application proposant de décomposer une activité en un ensemble de sous-étapes, de façon à guider la personne dans la réalisation de la tâche. L'utilisateur peut sélectionner une activité dans la liste, et accéder à une visionneuse qui affiche une par une, les étapes nécessaires pour réaliser l'activité sélectionnée. Chaque étape est affichée sur l'écran avec un texte et une image représentant l'action à réaliser, et l'utilisateur peut ensuite passer d'une étape à une autre à son rythme. Deux versions de l'application coexistent dans le module d'assistance : 1) assistance aux routines scolaires (*e.g.*, rentrer en classe, prendre des notes, écrire ses devoirs, faire ses devoirs), et 2) assistance aux routines verbales (*e.g.*, répondre au professeur, demander quelque chose à un camarade). La troisième application d'assistance est une application pour soutenir l'autorégulation des émotions afin de contrôler les possibles situations de débordement émotionnel en classe (Figure 3). Lorsque l'utilisateur ouvre l'application, on lui demande d'abord d'identifier l'émotion qu'il ressent parmi 4 émotions basiques (joie, peur, tristesse, colère). Une fois l'émotion sélectionnée, l'utilisateur doit indiquer le niveau d'intensité à l'aide d'un thermomètre visuel, gradué de 1 (faible intensité) à 4 (forte intensité), qui va déterminer la marche à suivre. Le niveau 1 propose à l'utilisateur une stratégie de relaxation (respiration profonde) ; les niveaux 2 et 3, proposent respectivement des images et une vidéo (*i.e.*, contenus fournis par l'enfant lui-même et/ou ses parents) ; et le niveau 4, propose une pause en classe ULIS.

Les trois applications d'assistance sont entièrement personnalisables. Par exemple, pour les applications de routines, les images et les textes peuvent être modifiés pour intégrer des photos de l'utilisateur qui réalise l'action.

Le module d'entraînement regroupe trois applications, sous forme de jeux sérieux, c'est-à-dire des exercices d'entraînement cognitif organisés en niveaux de difficultés. La première application est un exercice d'orientation du regard en situation d'interaction sociale (Figure 4). L'application affiche une image représentant un visage (1^{er} niveau) ou une scène sociale en classe (2nd niveau), et demande à l'utilisateur de regarder la personne principale dans les yeux. Quelques secondes après, un symbole apparaît brièvement dans les yeux du personnage (pour une photo de visage) ou sur le visage de la personne importante (dans les scènes sociales). On demande ensuite à l'utilisateur de reconnaître le symbole qui a été affiché parmi 6 possibilités de réponse. Les deux dernières applications ciblent la reconnaissance des émotions en situation statique et dynamique. Une première application (Figure 5) demande à l'utilisateur de retrouver une émotion exprimée parmi 4 photos de personnes exprimant une émotion (joie, tristesse, peur, dégoût, colère, surprise). Le 1^{er} niveau correspond à des photos de personnes familières (élèves, enseignants et personnel du collège), et le 2nd niveau correspond à des photos de personnes non-familières. La seconde application montre une séquence vidéo à l'utilisateur (dessins-animés à 1 personnage, dessins-animés à plusieurs personnages, et films d'acteurs sont les 3 niveaux de difficultés de cette application) ; la vidéo est arrêtée après une scène connotée émotionnellement, et l'utilisateur doit reconnaître (choix multiples) quelle émotion est ressentie par le personnage désigné.

Les contenus des exercices ont été pensés avec différentes étapes de progression au sein de chaque niveau. Pour l'application d'orientation du regard, le temps de présentation du symbole sur l'image évolue en fonction des performances de l'utilisateur. Pour la reconnaissance d'émotions fixes, les images non-cibles vont, soit présenter toutes la même émotion

(minimisation des erreurs), soit chacune une émotion différente. Pour la reconnaissance d'émotions dynamiques, les premiers essais proposent, quel que soit le niveau de difficulté, un flux vidéo initialement ralenti, qui est ramené à la normale en fonction des réussites de l'enfant.

Les progrès de l'enfant sur le module d'entraînement étaient consultables par une méta-application permettant de visualiser sous forme de camembert la réussite de l'élève.

Afin d'évaluer les effets de *Collège+*, une expérimentation *in situ* a été réalisée auprès de collèges de l'Académie de Bordeaux, accueillant une ULIS dans leur établissement. Grâce à une recherche active de partenariats financiers (Leclerc, Rotary Club Bordeaux, Conseil Départemental de la Gironde), il a été possible pour les établissements d'acquérir des tablettes, et de les conserver à l'issue de l'expérimentation. Cinquante élèves de classe ULIS ont participé à cette évaluation, dont 29 avec TSA et 21 avec déficience intellectuelle ou troubles sévères des apprentissages (Non-TSA). Après avoir recueilli les consentements des élèves et de leurs familles, chacun d'eux a été reçu par un pédopsychiatre du CRA d'Aquitaine pour statuer les conditions médicales de chacun, à l'aide d'outils standardisés et reconnus tels que l'*Autism Diagnostic Interview-Revised* (ADI-R ; Le Couteur, Lord et Rutter, 2003), ou encore le test de QI, *Weschler Intelligence Scale for Children – 4th version* (WISC-IV ; Weschler, 2003). A l'issue de cette étape, trois groupes d'élèves ont été constitués : 1) des collégiens avec TSA, équipés de *Collège+* ; 2) des collégiens avec TSA non équipés de *Collège+* ; et 3) des collégiens non-TSA, équipés de l'assistant *Collège+*. De cette manière, nous avons pu mener une évaluation nous permettant : 1) de déterminer les effets de *Collège+* sur les collégiens avec TSA, en comparant des participants équipés vs. non-équipés et ; 2) de discriminer les bénéfices globaux de l'assistant et les bénéfices spécifiques aux TSA, en comparant deux groupes de participants équipés, mais avec des étologies différentes⁸. Les élèves participants ont bénéficié d'une primo-inclusion en classe ordinaire, à raison d'une heure par semaine, et accompagnés d'un AESH formé à leur prise en charge et à l'utilisation de *Collège+*.

L'évaluation de l'intervention *Collège+* s'est faite avant et après une durée d'utilisation de 3 mois, à l'aide d'une batterie de tests psychologiques standardisés évaluant différentes sphères cognitives et fonctionnelles liées à l'inclusion scolaire des collégiens avec TSA. La comparaison des résultats obtenus avant et après intervention permettait d'évaluer l'impact de *Collège+* sur les compétences sociocognitives (*e.g.*, reconnaissance des émotions, conscience émotionnelle de soi et d'autrui), et sur le fonctionnement socio-adaptatif scolaire (les comportements socio-adaptatifs, l'acquisition des routines scolaires, la réactivité sociale ainsi que la qualité de vie scolaire). Une inspection ergonomique de l'outil a également été menée à l'aide de questionnaires dédiés (utilisabilité, autonomie d'utilisation, satisfaction) et de recueils de données issues des applications elles-mêmes (fréquence et durée d'usages et informations sur les interactions réalisées avec la tablette).

Les résultats de cette expérimentation ont montré des bénéfices significatifs en termes de fonctionnement sociocognitif, de fonctionnement socio-adaptatif et de réactivité sociale pour

⁸ Cette méthode d'évaluation, appelée *cross-syndrome*, est utilisée dans les études cliniques pour déterminer si un déficit lié à une pathologie A est spécifique, universel ou unique, en comparant avec une pathologie B, appariée sur une variable de contrôle. (Pour revue, voir Mervis et Robinson, 1999).

les deux groupes équipés (Fage, 2015 ; Fage, *et al.*, 2016). Pour autant, les bénéfices étaient plus importants pour le groupe d'élèves avec TSA équipés que pour le groupe d'élèves non-TSA équipés, ce qui argumente la pertinence de *Collège+* auprès d'élèves avec TSA. En termes d'utilisation, les élèves avec TSA ont très vite pris en main l'application, en validant ainsi l'ergonomie. Autre fait intéressant, les élèves avec TSA ont été en mesure d'apprendre les routines scolaires fournies par l'assistant, ce qui s'est traduit par une diminution du nombre d'utilisation des routines en fin d'intervention.

L'évaluation *in situ* des effets de *Collège+* démontre donc des bénéfices pour les élèves avec TSA en situation d'inclusion scolaire tout en respectant les standards méthodologiques. En conséquence, une suite à ce programme de recherche est en cours avec le soutien de la Fondation Orange, dont les objectifs sont d'apporter des améliorations et d'enrichir l'assistant *Collège+*, mais aussi de renouveler l'évaluation *in situ* sur une période plus longue, et avec un plus grand nombre de participants.

En particulier, l'assistant de réalisation d'activités en classe sera consolidé et enrichi par de nouvelles fonctionnalités, conçues pour favoriser l'apprentissage des élèves avec TSA. Par exemple, l'ajout de différents niveaux de guidance pourrait accompagner l'acquisition et la généralisation des activités assistées. De plus, il est question de faire un travail sur les contenus et d'élargir la palette d'activités assistées, d'une part, en proposant un plus large set de contenus de base (*i.e.*, librairie d'activités assistées), et d'autre part, en proposant aux parents, enseignants et professionnels, de créer de nouveaux contenus pour cette application. Une des pistes envisagées est aussi de favoriser la collaboration des différents acteurs de l'inclusion scolaire, en proposant de partager ces nouveaux contenus sur une plateforme web (partage de ressources). Cela permettra d'alimenter une base de contenus pertinents pour le quotidien des élèves avec TSA, puisque conçus par des personnes de leur entourage personnel ou scolaire.

Une autre analyse de besoins menée auprès de parents, d'enseignants et de professionnels de santé a montré une forte demande de collaboration et de communication entre ces différentes parties autour de l'élève avec TSA. Ainsi, une perspective d'amélioration de *Collège+* est de proposer un module de suivi et de communication, qui constituera un socle de connaissances et de partage autour de l'élève avec TSA. Tous les acteurs auront ainsi accès à des informations générales sur l'élève, à son profil de compétences et aux éléments pertinents pour individualiser l'intervention *Collège+*. De plus, il leur sera possible d'échanger sur l'élève au moyen d'un carnet de liaison numérique assurant un suivi plus individuel de l'élève. Ce module sécurisé serait alors inclus dans une plateforme web, pour être facilement accessible par les différentes parties.

Conclusion

Face à l'enjeu croissant de scolariser les élèves avec TSA, les TN ont un rôle à jouer dans l'accompagnement et le soutien de ces élèves lors de leur inclusion en milieu ordinaire. Depuis plusieurs années, de nombreuses recherches ont été menées pour étudier la faisabilité et l'efficacité de ces nouvelles interventions auprès des individus avec TSA. Bien qu'elles s'inscrivent en majorité dans un contexte thérapeutique et rééducatif, ces interventions s'étendent de plus en plus aux milieux de vie quotidienne, étant donné les difficultés de généralisation des acquis dans la population TSA. De plus, les évolutions technologiques permettent désormais de proposer des assistances toujours plus riches et élaborées qui s'ancrent réellement dans le quotidien scolaire de la personne. À l'heure actuelle, l'efficacité des TN dans un contexte « naturel » reste encore à être plus étayée. Pour autant, quelques études, comme celle menée avec *Collège+*, rapportent des résultats positifs, ce qui permet de placer les interventions technologiques parmi les pratiques prometteuses en matière de soutien et d'accompagnement des élèves avec TSA. Plus encore, il peut être attendu que les TN soit une clé de soutien et d'accompagnement de l'élève lors des moments critiques de sa scolarité qui requièrent de grandes capacités d'adaptation, comme la transition entre les cycles (école-collège, collège-lycée, voire, lycée-université).

Ce renouveau dans les pratiques apporté par les TN est soutenu par la loi n° 2013-595 qui encourage l'usage de supports technologiques dans les pratiques pédagogiques, et notamment pour répondre aux besoins éducatifs particuliers des enfants avec TSA ou tout ESH. En application de cette disposition, le MENESR investit dans le développement d'outils spécialisés (e.g., *Collège+*⁹ ; *Logiral*¹⁰, un ralentisseur de flux vidéo ; *Vis ma vue*¹¹, jeux sérieux de simulation des troubles visuels). Des plateformes en ligne ont également été créées pour centraliser les ressources pédagogiques disponibles (e.g., Portail *EDUSCOL*¹²), et pour proposer des formations à destination des enseignants, mais aussi des parents et des professionnels (e.g., Plateforme *Canal Autisme*¹³). L'ensemble de ces ressources s'enrichit progressivement, et s'élargit à divers besoins éducatifs particuliers (e.g., traduction en braille, édition de documents accessibles pour les troubles *dys*), révélant le rôle prépondérant à venir des TN comme levier catalyseur des missions des professionnels et des aidants naturels pour orchestrer l'inclusion scolaire des ESH sous réserve.

⁹ <http://phoenix.inria.fr/research-projects/190>

¹⁰ <https://auticiel.com/app/logiral/> ; <https://centrepsycle-amu.fr/logiral/>

¹¹ <https://www.reseau-canope.fr/vis-ma-vue/>

¹² <http://eduscol.education.fr/>

¹³ <http://www.canalautisme.com/>

Bibliographie

- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders: DSM-5* (5th ed.). Arlington, VA: American Psychiatric Publishing.
- Bailey, B., Arciuli, J., et Stancliffé, R. J. (2017). Effects of ABRACADABRA Literacy Instruction on Children with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Educational Psychology*, 109(2), 257–268.
- Bauminger-Zviely, N., Eden, S., Zancanaro, M., Weiss, P. L. T., et Gal, E. (2013). Increasing Social Engagement in Children with High-Functioning Autism Spectrum Disorder Using Collaborative Technologies in the School Environment. *Autism*, 17(3), 317–339.
- Bekele, E. T., Zheng, Z., Swanson, A. R., Crittendon, J. A., Warren, Z. E., et Sarkar, N. (2013). Understanding How Adolescents with Autism Respond to Facial Expressions in Virtual Reality Environments. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 19(4), 711–720.
- Campigotto, R., McEwen, R., et Epp, C. D. (2013). Especially social: Exploring the use of an iOS application in special needs classrooms. *Computers & Education*, 60(1), 74–86.
- Chevallier, E., Courtinat-Camps, A., et de Léonardis, M. (2015). Estime de Soi chez des Élèves Scolarisés en Classe d'Inclusion Scolaire (CLIS). *Neuropsychiatrie de l'Enfance et de l'Adolescence*, 63(2), 76-83.
- Chien, M.-E., Jheng, C.-M., Lin, N.-M., Tang, H.-H., Taelé, P., Tseng, W.-S., et Chen, M. Y. (2015). iCAN: A tablet-based pedagogical system for improving communication skills of children with autism. *International Journal of Human-Computer Studies*, 73, 79–90.
- Colby, K. M. (1973). The rationale for computer-based treatment of language difficulties in nonspeaking autistic children. *Journal of Autism and Childhood Schizophrenia*, 3(3), 254–260.
- Escobedo, L., Nguyen, D. H., Boyd, L., Hirano, S. H., Rangel, A., García-rosas, D., ..., et Hayes, G. R. (2012). MOSOCO: A Mobile Assistive Tool to Support Children with Autism Practicing Social Skills in Real-Life Situations. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'12)* (p. 2589-2598). New-York: ACM
- Fage, C. (2015). An Emotion Regulation App for School Inclusion of Children with ASD : Design Principles and Preliminary Results for its Evaluation. *ACM SIGACCESS Accessibility and Computing*, (112), 8-15.
- Fage, C., Pommereau, L., Consel, C., Balland, E., et Sauzéon, H. (2016). Tablet-Based Activity Schedule in Mainstream Environment for Children with Autism and Children with ID. *ACM Transactions on Accessible Computing (TACCESS)*, 8(3), 1–26.
- Fage, C., et Sauzéon, H. (sous presse). Inclusion scolaire des enfants TSA et interventions basées sur les nouvelles technologies : une revue de la littérature. *Enfance*.
- Ferraioli, S. J., et Harris, S. L. (2011). Effective Educational Inclusion of Students on the Autism Spectrum. *Journal of Contemporary Psychotherapy*, 41(1), 19-28.
- Gentry, T., Wallace, J., Kvarfordt, C., et Lynch, K. B. (2010). Personal digital assistants as cognitive aids for high school students with autism: Results of a community-based trial. *Journal of Vocational Rehabilitation*, 32(2), 101-107
- Golan, O., Ashwin, E., Granader, Y., McClintock, S., Day, K., Leggett, V., et Baron-Cohen, S. (2010). Enhancing emotion recognition in children with autism spectrum conditions: An intervention using animated vehicles with real emotional faces. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 40(3), 269–279.
- Golan, O., et Baron-Cohen, S. (2006). Systemizing empathy: Teaching adults with Asperger syndrome or high-functioning autism to recognize complex emotions using interactive multimedia. *Development and Psychopathology*, 18(2), 591–617.
- Grynszpan, O., Weiss, P. L. T., Perez-Diaz, F., Gal, E., et Gal, E. (2014). Innovative technology-based interventions for autism spectrum disorders: a meta-analysis. *Autism*, 18(4), 346–361.
- Hirano, S. H., Yeganyan, M. T., Marcu, G., Nguyen, D. H., Boyd, L. A., et Hayes, G. R. (2010). vSked: evaluation of a system to support classroom activities for children with autism. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'12)* (p. 1633–1642). New-York: ACM
- Hourcade, J. P., Williams, S. R., Miller, E. a., Huebner, K. E., et Liang, L. J. (2013). Evaluation of tablet apps to encourage social interaction in children with autism spectrum disorders. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'13)* (p. 3197-3206). New-York: ACM
- Lacava, P. G., Golan, O., Baron-Cohen, S., et Myles, B. S. (2007). Using assistive technology to teach emotion recognition to students with Asperger syndrome a pilot study. *Remedial and Special Education*, 28(3), 174–181.

- Le Couteur, A., Lord, C., et Rutter, M. (2003). *The Autism Diagnostic Interview-Revised (ADI-R)*. Los Angeles, CA: Western Psychological Services.
- Loi du 11 février 2005 pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées, Loi n° 2005-102, Journal Officiel n°36 du 12 février 2005.
- Loi du 8 juillet 2013 d'orientation et de programmation pour la refondation de l'école de la République, Loi n°2013-595, Journal Officiel n°157 du 9 juillet 2013.
- Mervis, C. B., et Robinson, B. F. (1999). Methodological Issues in Cross-Syndrome Comparisons: Matching Procedures, Sensitivity (Se) and Specificity (Sp). *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 64(1), 115-130.
- Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (MENESR). (2017). *Repères et références statistiques sur les enseignements, la formation et la recherche 2017*. Repéré à l'URL <http://www.education.gouv.fr/cid57096/reperes-et-references-statistiques.html>
- Nézereau, C., Vaillant, E., De, C., Bourgueil, O., Regnault, G., Wolff, M., ... Gattegno, M. P. (2016). Evolution de la régulation et de la résistance au changement d'enfants et d'adultes avec Trouble du Spectre de l'Autisme (TSA) : contribution des applications numériques «LearnEnjoy» dans le cadre d'un programme d'intervention développementale, le programme IDDEES. In *Proceedings of the 2014 Ergonomie et Informatique Avancée Conference (Ergo'IA 2016)*. New-York: ACM
- Odom, S. L., Thompson, J. L., Hedges, S., Szidon, K. L., Smith, L. E., et Bord, A. (2015). Technology-Aided Interventions and Instruction for Adolescents with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45(12), 3805–3819.
- Ploog, B. O., Scharf, A., Nelson, D., et Brooks, P. J. (2013). Use of computer-assisted technologies (CAT) to enhance social, communicative, and language development in children with autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 43(2), 301–322.
- Prado, C. (2013). *Le Coût Economique et Social de l'Autisme, Les Avis du Conseil économique, social et environnemental*. Journal Officiel de la République Française (Mandature 2010-2015 – Séance du 9 octobre 2012) Retrieved from <http://www.lecese.fr/travaux-publies/le-cout-economique-et-social-de-lautisme>
- Putnam, C., et Chong, L. (2008). Software and technologies designed for people with autism: what do users want? In *Proceedings of the 10th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility* (p. 3–10). New-York: ACM.
- Ramdoss, S., Machalicek, W., Rispoli, M., Mulloy, A., Lang, R., et O'Reilly, M. (2012). Computer-based interventions to improve social and emotional skills in individuals with autism spectrum disorders: A systematic review. *Developmental Neurorehabilitation*, 15(2), 119–135.
- Ratcliffe, B., Wong, M., Dossetor, D., et Hayes, S. (2015). The Association Between Social Skills and Mental Health in School-Aged Children with Autism Spectrum Disorder, With and Without Intellectual Disability. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45(8), 2487-2496
- Shukla-Mehta, S., Miller, T., et Callahan, K. J. (2009). Evaluating the effectiveness of video instruction on social and communication skills training for children with autism spectrum disorders: A review of the literature. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 25(1), 23-36.
- Sigafoos, J., Lancioni, G. E., O'Reilly, M. F., Achmadi, D., Stevens, M., Roche, L., ..., et Green, V. (2013). Teaching two boys with autism spectrum disorders to request the continuation of toy play using an iPad®-based speech-generating device. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 7(8), 923–930.
- Silver, M., et Oakes, P. (2001). Evaluation of a new computer intervention to teach people with autism or Asperger syndrome to recognize and predict emotions in others. *Autism*, 5(3), 299–316.
- UNICEF France. (2015). *Chaque Enfant Compte. Partout, tout le Temps : Rapport Alternatif de l'UNICEF France et de ses Partenaires dans le Cadre de l'Audition de la France par le Comité des Droits de l'Enfant des Nations Unies*. UNICEF France.
- Van der Meer, L. A. J., et Rispoli, M. (2010). Communication interventions involving speech-generating devices for children with autism: A review of the literature. *Developmental Neurorehabilitation*, 13(4), 294–306.
- Weschler, D. (2003). *Weschler Intelligence Scale for Children-Fourth Version (WISC-IV)* San Antonio, TX, USA: Psychological Corporation.
- Whalen, C., Moss, D., Ilan, A. B., Vaupel, M., Fielding, P., Macdonald, K., ... Symon, J. (2010). Efficacy of TeachTown: Basics computer-assisted intervention for the intensive comprehensive autism program in Los Angeles unified school district. *Autism*, 14(3), 179–197.
- Young, R. L., et Posselt, M. (2012). Using the transporters DVD as a learning tool for children with autism spectrum disorders (ASD). *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 42(6), 984–991

Figures



Figure 1. Page d'accueil de l'application *Collège+*



Figure 2. Application d'assistance à la régulation des émotions

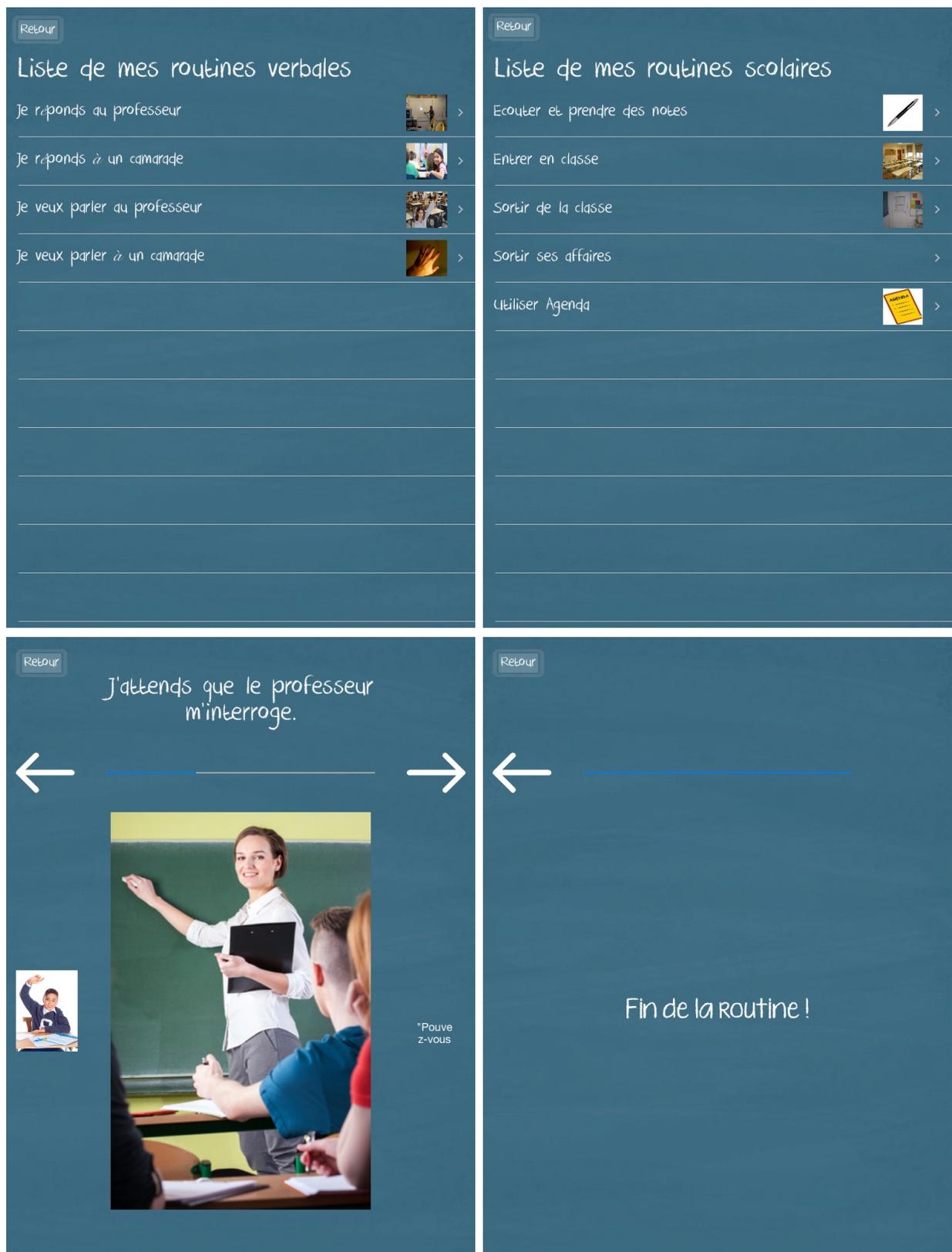


Figure 3. Assistant à la réalisation d'activités.

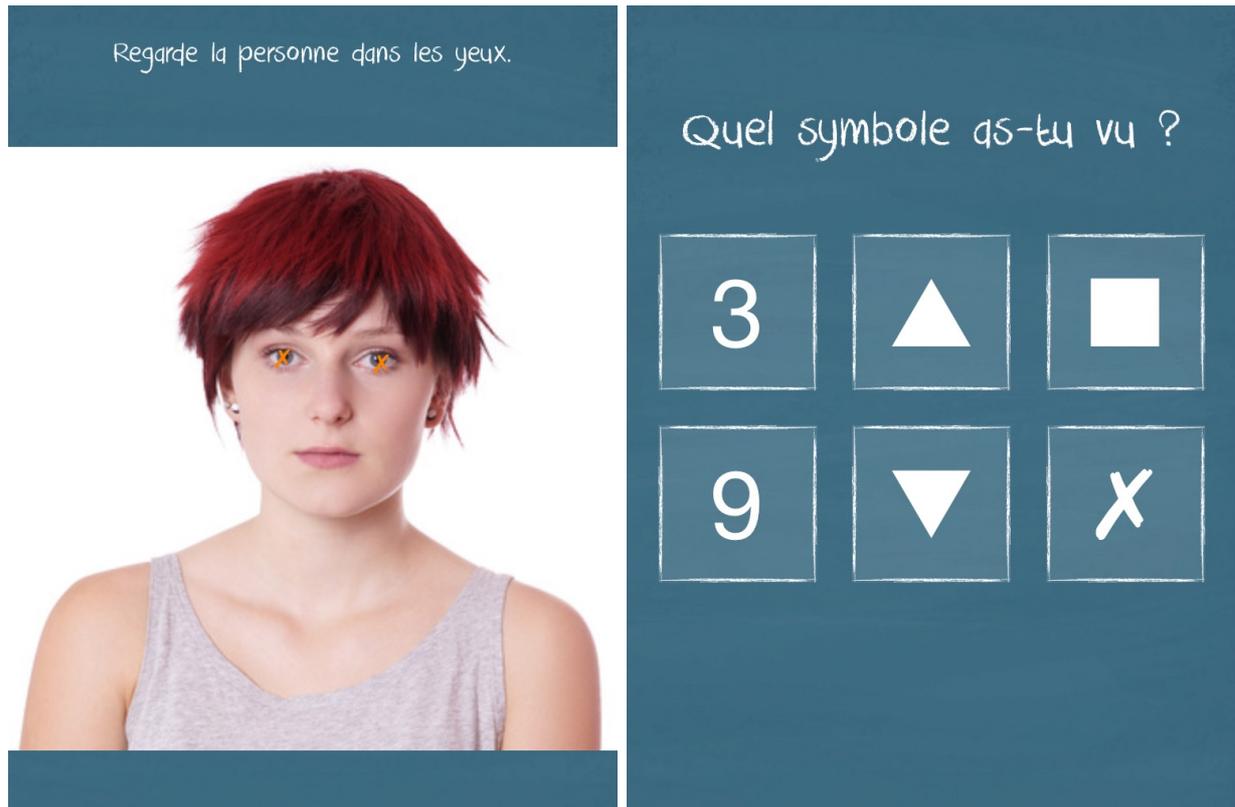


Figure 4. Application d'entraînement à l'orientation du regard



Figure 5. Application d'entraînement à la reconnaissance des émotions