



Troubles du Spectre Autistique

Jérôme DINET
Professeur de psychologie
Directeur du 2LPN (UR 7489)



Laboratoire Lorrain de
Psychologie et Neurosciences
de la Dynamique des Comportements

Le 2LPN : qui sommes-nous ?

Neurone



Cortex



Comportement individuel
(mécanismes, processus, ...)



Comportement
humain dans un groupe



Le 2LPN : qui sommes-nous ?

Scale (s)	Time units	System	World (theory)
10^7	months		Social band
10^6	weeks		
10^5	days		
10^4	h	Task	Rational band
10^3	10 min	Task	
10^2	min	Task	
10^1	10 s	Unit task	Cognitive band
10^0	1 s	Operations	
10^{-1}	100 ms	Delibate act	
10^{-2}	10 ms	Neural circuit	Biological band
10^{-3}	1 ms	Neuron	
10^{-4}	100 μ ms	Organelle	



- **Psychologie du développement**
- **Psychologie cognitive**
- **Psychologie du travail**
- **Neurosciences**
- **Ergonomie**

L'approche scientifique au 2LPN



Eye-trackers



Snoezelen

Focus group



EEG & fNIRS

Plateforme VR/XR



Méthodes et approches complémentaires



The Observer-XT

GSR, ECG, ...



L'approche scientifique au 2LPN



Recherches théoriques et appliquées

Jeu thérapeutique

→ Chirurgie pour enfants brûlés
(WINTER ISLES)



Environnement immersif

→ Jeunes piétons
(TRAVERSER N'EST PAS JOUER)



Serious game pour l'inclusion sociale

→ Enfants hémophiles
(HEMO-GAME)



Groupes fratrie « Autisme »

→ Frères et sœurs avec TSA
(GROUPE FRATRIE)

« Histoire de frères et sœurs ... »
Créer des liens par-delà la différence
Traversées d'amour et de haine, de rivalités, parfois de sentiments d'injustice, les relations fraternelles ne sont jamais neutres. Quand s'ajoute la question de la différence, elles deviennent souvent plus complexes ...

Projet "groupe fratrie"
Initié par Stéphanie Claudel-Valentin (enseignant-chercheur en psychologie clinique à l'université de Lorraine), ce projet est mis en œuvre grâce à la collaboration du Centre Ressources Autisme de Lorraine.

Autisme : mythes et fantasmes ...

« *L'autisme, c'est une maladie* »

« *Les écrans provoquent l'autisme* »

« *C'est la faute de la mère* »

« *L'autisme, c'est à la mode* »

« *les autistes, ils sont handicapés* »

« *Les autistes; ils ne sont pas intelligents* »

« *Ca concerne que les garçons* »



Autisme : mythes et fantasmes ...

« L'autisme, c'est une maladie »

« Les écrans provoquent l'autisme »

« C'est la faute de la mère »

« L'autisme, c'est à la mode »

« les autistes, ils sont handicapés »

« Les autistes; ils ne sont pas intelligents »

« Ca concerne que les garçons »

L'autisme est un trouble **neuro-développemental**

Dont les **origines** (encore mal connues) sont essentiellement génétiques et non environnementales

Qui est diagnostiqué plus **précocement** (+ mieux informés)

Plusieurs symptômes « **empêchent** » les personnes concernées

Certains **troubles** (retards?) peuvent être associés, mais pas systématiquement

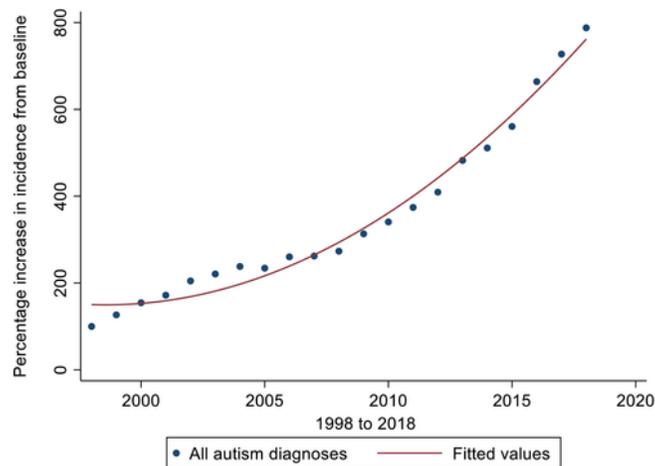
Avec une grande **dispersion** des résultats, une tendance du nombre à la hausse (X3 en 10 ans) (1 enfant sur 100 en France ; 1 enfant sur 54 aux USA) et une **prévalence** forte pour les garçons (X4)

Autisme : mythes et fantasmes ...

Russell, G., Stapley, S., Newlove-Delgado, T., Salmon, A., White, R., Warren, F., ... & Ford, T. (2022). Time trends in autism diagnosis over 20 years: a UK population-based cohort study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 63(6), 674-682.

→ Augmentation de **787%** des cas diagnostiqués en 20 ans (entre 1998 et 2018)

→ Une augmentation surtout chez les filles/femmes



L'autisme est un trouble neuro-développemental

Dont les origines (encore mal connues) sont essentiellement génétiques et non environnementales

Qui est diagnostiqué plus précocement (+ mieux informés)

Plusieurs symptômes « empêchent » les personnes concernées

Certains troubles (retards?) peuvent être associés, mais pas systématiquement

Avec une grande dispersion des résultats, une tendance du nombre à la hausse (X3 en 10 ans) (1 enfant sur 100 en France ; 1 enfant sur 54 aux USA) et une prévalence forte pour les garçons (X4)

- **Un exemple de « détournements » et fake-news :**

Analyse de 1.859 dessins de bonshommes réalisés par des enfants de 5 à 6 ans entre 2004 et 2005 par des chercheurs allemands



Abb. 1: Typische Mensch-Zeichnungen von Vorschulkindern
 a.) aus Nichtraucher-Familien und einer täglichen Fernsehdauer bis 60 Minuten,
 b.) bei einem täglichen Fernsehkonsum von mindestens 3 Stunden,
 c.) bei einem elterlichen Nikotinabusus von mindestens 20 Zigaretten täglich und
 d.) fragmentierte Mensch-Zeichnungen

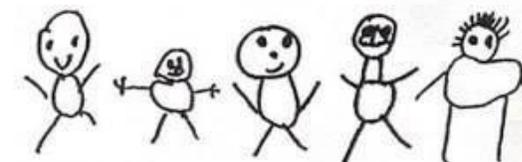
« Reprise » et détournement de l'image en 2013 par un chercheur français pour condamner l'usage de la TV :

Voici les dessins d'enfants qui regardent la TV au maximum 60 minutes par jour:



Dessins enfants TV moins de 60 minutes par jour © Peter Winterstein : Macht Fernseh dumm?

Voici les dessins d'enfants qui regardent la TV plus de 3h par jour:



Dessins enfants TV plus de 3 h par jour © Peter Winterstein : Macht Fernseh dumm?

Enfin voici les dessins d'enfants qu'on a laissés seuls regarder la TV et qui en ont subi des traumatismes importants

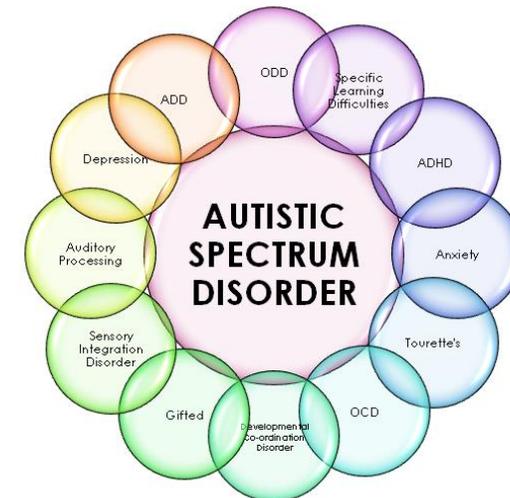


Dessins enfants seuls devant TV / traumatismes familiaux © Peter Winterstein : Macht Fernseh dumm?

Autisme : mythes et fantasmes ...

- ✓ **2005** → Waldman (économiste) → corrélation entre le nombre de cas d'enfants atteints de TSA et le niveau des précipitations
- ✓ **2006** → corrélation positive entre l'autisme et l'abonnement au câble dans les foyers
- ✓ + corrélation entre le niveau des précipitations et le temps passé devant la télévision

→ conclusion : « ***L'exposition aux écrans des jeunes enfants pourrait déclencher l'autisme, selon l'analyse de données*** »

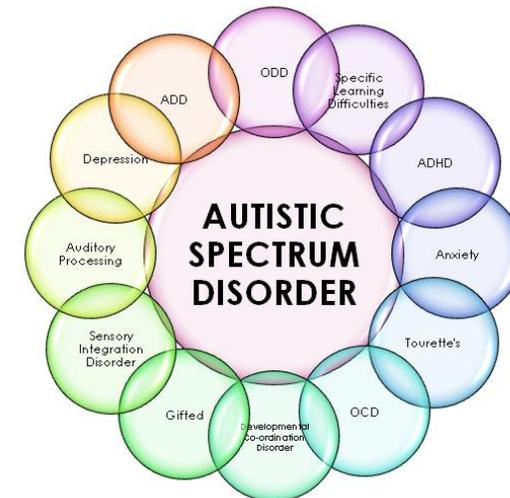


Autisme : mythes et fantasmes ...

- ✓ **2005** → Waldman (économiste) → corrélation entre le nombre de cas d'enfants atteints de TSA et le niveau des précipitations
- ✓ **2006** → corrélation positive entre l'autisme et l'abonnement au câble dans les foyers
- ✓ + corrélation entre le niveau des précipitations et le temps passé devant la télévision

→ conclusion : « ***L'exposition aux écrans des jeunes enfants pourrait déclencher l'autisme, selon l'analyse de données*** »

- ✓ **2017** → thèse relayée par une médecin française de PMI (« Autisme virtuel »)
- ✓ **2018** → large couverture médiatique
- ✓ Réaction des spécialistes (Y. Ben Ari, Association SOS Autisme, ...) et des parents



Autisme : mythes et fantasmes ...

- ✓ **2005** → Waldman (économiste) → corrélation entre le nombre de cas d'enfants atteints de TSA et le niveau des précipitations
- ✓ **2006** → corrélation positive entre l'autisme et l'abonnement au câble dans les foyers
- ✓ + corrélation entre le niveau des précipitations et le temps passé devant la télévision

→ conclusion : « *L'exposition aux écrans des jeunes enfants pourrait déclencher l'autisme, selon l'analyse de données* »

- ✓ **2017** → thèse relayée par une médecin française de PMI (« Autisme virtuel »)
- ✓ **2018** → large couverture médiatique
- ✓ Réaction des spécialistes (Y. Ben Ari, Association SOS Autisme, ...) et des parents

- ✓ Si impact évident de la surexposition aux écrans (obésité, troubles attentionnels, troubles de la communication, ...), « *fake-news* » car :
 - Conclusion erronée (parce que le raisonnement est faux)
 - Autisme = trouble neurodéveloppemental (pas une conséquence environnementale)
 - Diffusion vers certains milieux éducatifs (déconstruction d'années d'efforts)
 - Responsabilisation exacerbée des parents (qui seraient fautifs)

TSA : vers un diagnostic précoce ?

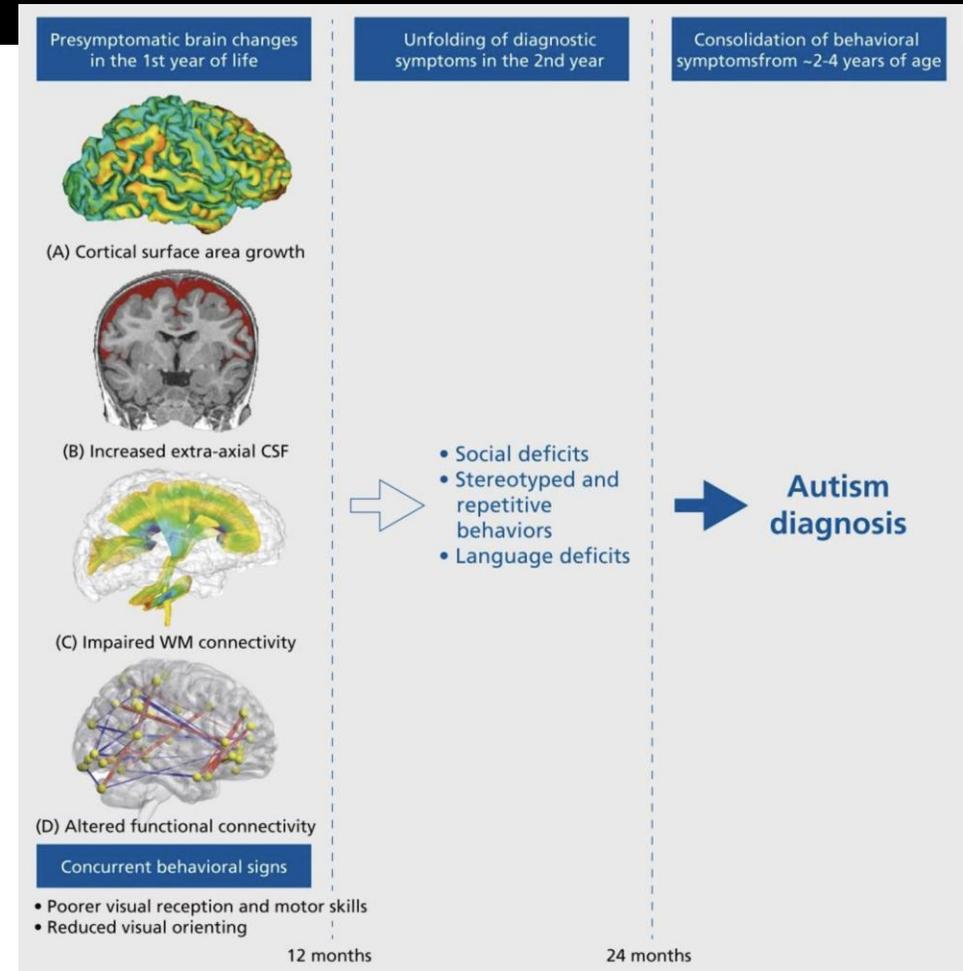
Pourquoi ???

- Pour des prises en charge précoces (des enfants, des parents, des frères/sœurs, ...)
- Pour un aménagement des espaces/temps précoces
- Pour mieux comprendre les origines du trouble

Shen, M. D., & Piven, J. (2022). Brain and behavior development in autism from birth through infancy. *Dialogues in clinical neuroscience*.

Vaste examen de la littérature scientifique qui montre que :

- > 24 mois → un diagnostic « stable »
- > 12 mois → des signes cliniques / comportementaux
- < 12 mois → des signatures neuronales et cérébrales

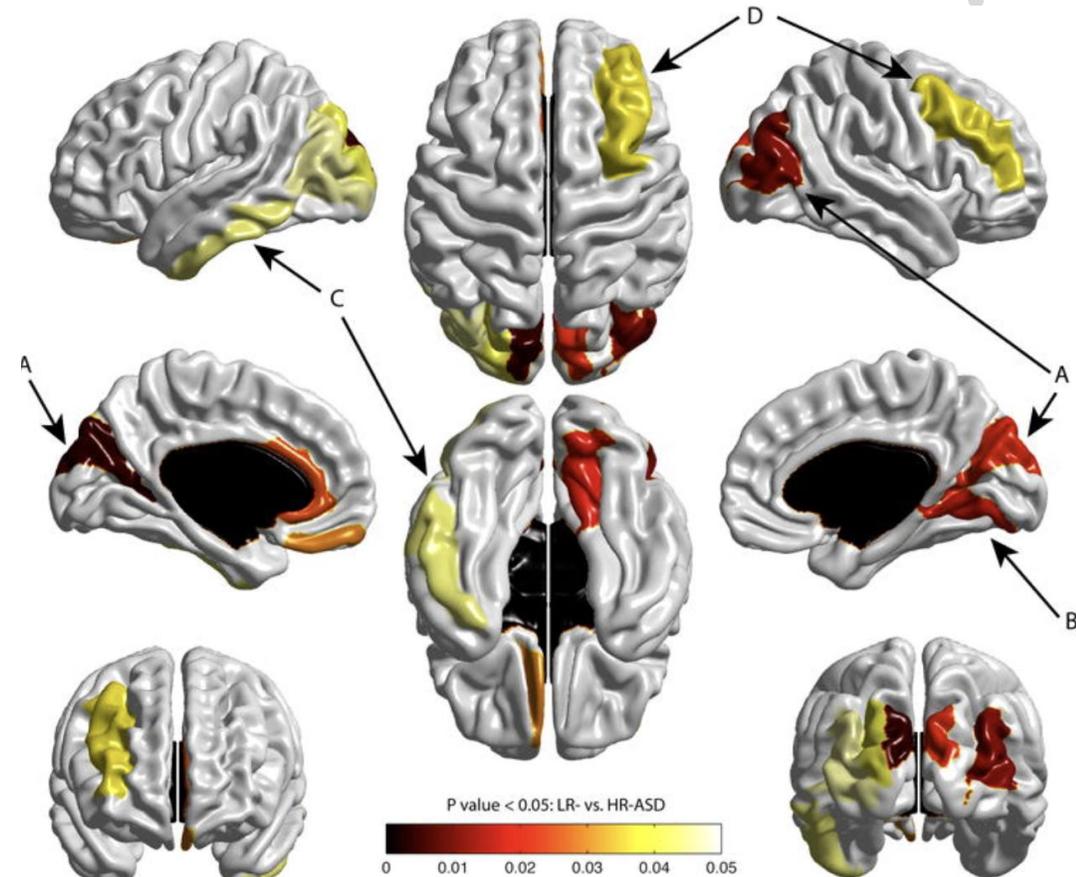


TSA : vers un diagnostic précoce ?

Hazlett, H. C., Gu, H., Munsell, B. C., Kim, S. H., Styner, M., Wolff, J. J., ... & Statistical Analysis Group Core H. 17. (2017). Early brain development in infants at high risk for autism spectrum disorder. *Nature*, 542(7641), 348-351

« Signes » neuronaux (traces ? Signatures ? ...)

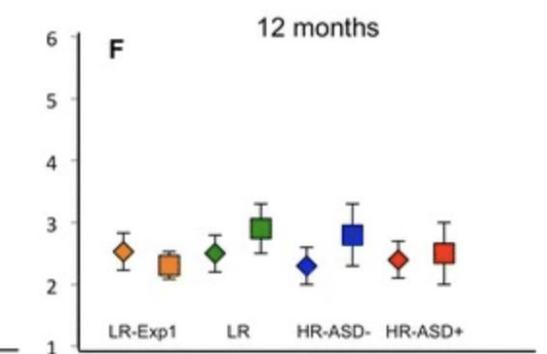
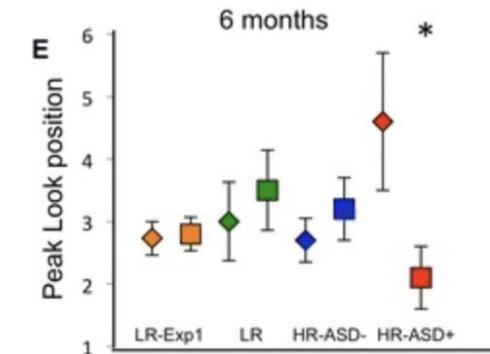
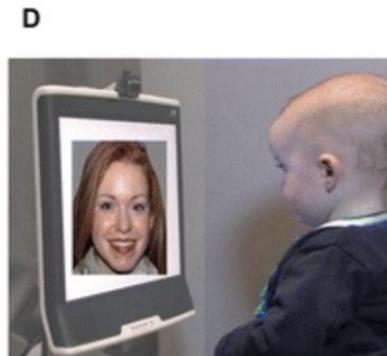
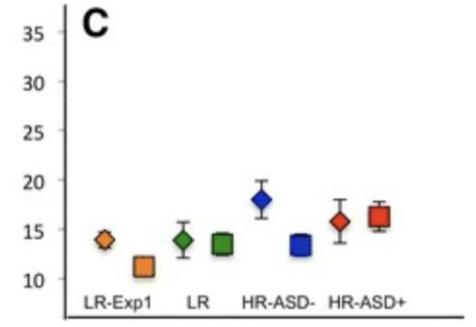
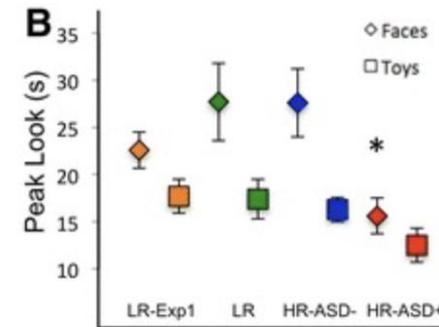
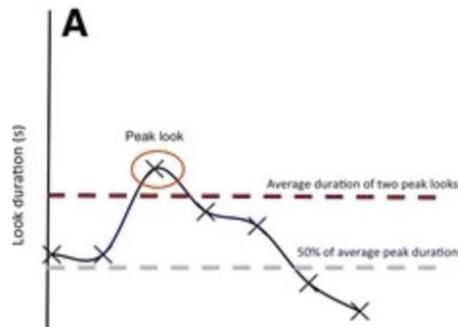
- Entre 6 et 12 mois : Hyper-expansion de la surface corticale
- Entre 12 et 24 mois → surcroissance du volume cérébrale
- Corrélation positive entre la surcroissance du volume cérébral et la sévérité des déficits sociaux autistiques.



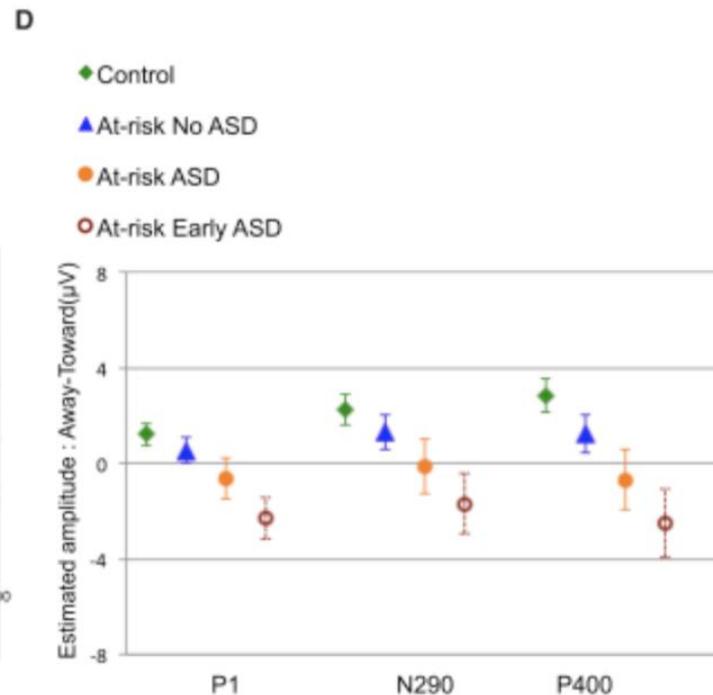
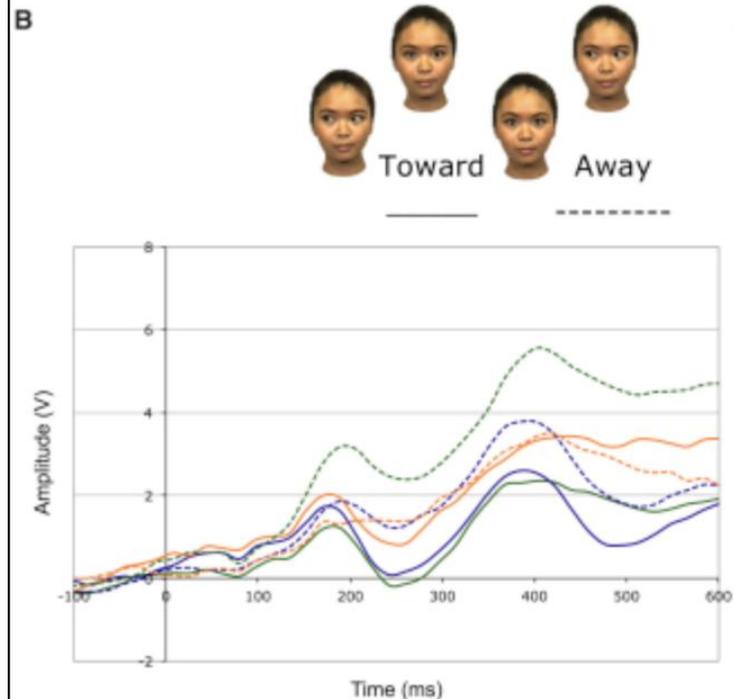
TSA : vers un diagnostic précoce ?

Jones, E. J., Venema, K., Earl, R., Lowy, R., Barnes, K., Estes, A., ... & Webb, S. J. (2016). Reduced engagement with social stimuli in 6-month-old infants with later autism spectrum disorder: a longitudinal prospective study of infants at high familial risk. *Journal of neurodevelopmental disorders*, 8, 1-20.

Suivi de l'activité électrocérébrale d'enfants de 6 mois à 12 mois
→ Une signature électrophysiologique dès 6 mois !



TSA : vers un diagnostic précoce ?



Elsabbagh, M., Mercure, E., Hudry, K., Chandler, S., Pasco, G., Charman, T., ... & Johnson, M. H. (2012). Infant neural sensitivity to dynamic eye gaze is associated with later emerging autism. *Current biology*, 22(4), 338-342

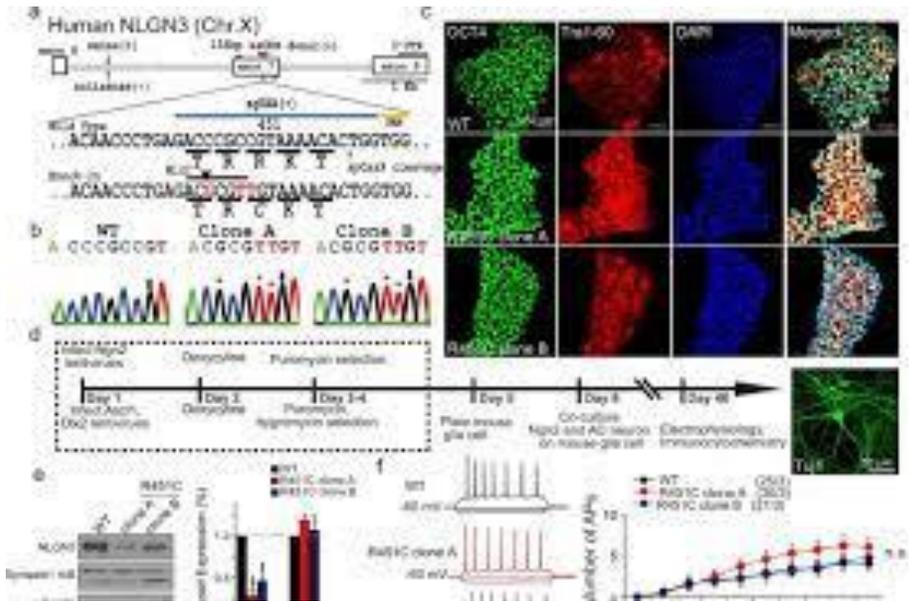
104 enfants suivis pendant 3 ans
Suivi de 5 mois à 3,5 ans
Étude de leur regard vers un visage :

- Qui les regarde
- Qui ne les regarde pas

Recueil de leur activité cérébrale
(ERP ou potentiels évoqués)

La réaction électrophysiologique à 6 mois semble être un bon prédicteur de l'autisme diagnostiqué à 3 ans

TSA : vers un diagnostic précoce ?



Wang, L., Mirabella, V. R., Dai, R., Su, X., Xu, R., Jadali, A., ... & Pang, Z. P. (2022). Analyses of the autism-associated neuroligin-3 R451C mutation in human neurons reveal a gain-of-function synaptic mechanism. *Molecular Psychiatry*, 1-16.

→ Identification de la protéine (R451C) responsable de la mutation génétique liée aux TSA



Entre 86 et 100 milliards de neurones !

TSA : vers un diagnostic précoce ?

Nealy, C. E., O'Hare, L., Powers, J. D., & Swick, D. C. (2012). The impact of autism spectrum disorders on the family: A qualitative study of mothers' perspectives. *Journal of Family Social Work, 15*(3), 187-201.

→ Impact des TSA sur la vie de famille (selon les mères)

TABLE 2 Primary Themes and Subthemes

Themes	Frequency (<i>n</i>)
Emotional impact	107
Stress	45
Worry	23
Guilt	17
Family impact	53
Other children	23
Spouse	21
Social impact	24
Financial impact	20



- ✓ Impact sur le stress des pères
- ✓ Impact sur les vies des frères / sœurs
- ✓ Conséquences financières

Begum, R., & Mamin, F. A. (2019). Impact of autism spectrum disorder on family. *Autism Open Access, 9*(4), 1-6.

TSA et « freins » aux apprentissages

1. Des capacités non-verbales limitées

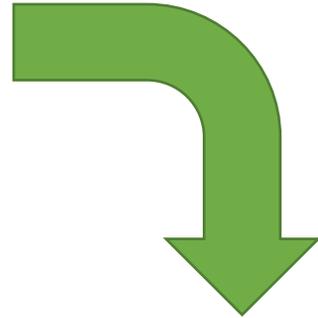
- Capacités non-verbales pour compenser capacités verbales ?
 - Difficultés motrices ?
 - Attention conjointe déficitaire ?
 - Motricité globale / fine ?
-
1. Structuration spatio-temporelle et prédictibilité
 2. Amélioration des interactions et apprentissages
 3. De l'abstrait vers le concret
 4. Vers l'indépendance !

TSA et « freins » aux apprentissages

1. Des capacités non-verbales limitées

- Capacités non-verbales pour compenser capacités verbales ?
- Difficultés motrices ?
- Attention conjointe déficitaire ?
- Motricité globale / fine ?

1. Structuration spatio-temporelle et prédictibilité
2. Amélioration des interactions et apprentissages
3. De l'abstrait vers le concret
4. Vers l'indépendance !



PISTES ...

- L'ordonnancement visuel (PECS©)



TSA et « freins » aux apprentissages

2. Une attention limitée

- Capacités attentionnelles faibles
- Facilement distraits
- Intégration multi-sensorielle délicate
- Seuils de sensibilité faibles
(hypersensibilité)



TSA et « freins » aux apprentissages

2. Une attention limitée

- Capacités attentionnelles faibles
- Facilement distraits
- Intégration multi-sensorielle délicate
- Seuils de sensibilité faibles (hypersensibilité)



PISTES ...

- Augmenter le niveau d'engagement des activités éducatives
- Utiliser la répétition
- Instructions claires et concises
- Réduire au minimum les distractions autour/dans de la classe
- Fixer des objectifs et les renforcer

TSA et « freins » aux apprentissages

3. Des difficultés pour l'attention conjointe

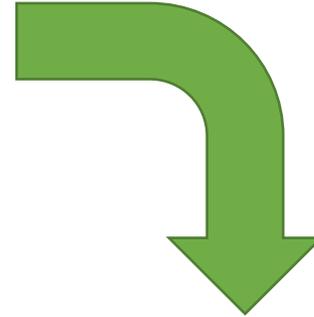
- Apparition < 1 an (avant 8 mois ?)
- Activité de pointage difficile
- Mêmes patterns (parents, pairs, frères/sœurs, ...)
- Impacts sur le développement social

Franchini, M., Armstrong, V. L., Schaer, M., & Smith, I. M. (2019). Initiation of joint attention and related visual attention processes in infants with autism spectrum disorder: Literature review. *Child Neuropsychology*, 25(3), 287-317.

TSA et « freins » aux apprentissages

3. Des difficultés pour l'attention conjointe

- Apparition < 1 an (avant 8 mois ?)
- Activité de pointage difficile
- Mêmes patterns (parents, pairs, frères/sœurs, ...)
- Impacts sur le développement social



PISTES ...

- Montrer / copier le comportement
- Pointer systématiquement
- Travailler le contact visuel
- Combiner gestes, prosodie, tons, ...
- Tours de paroles / interaction avec une balle

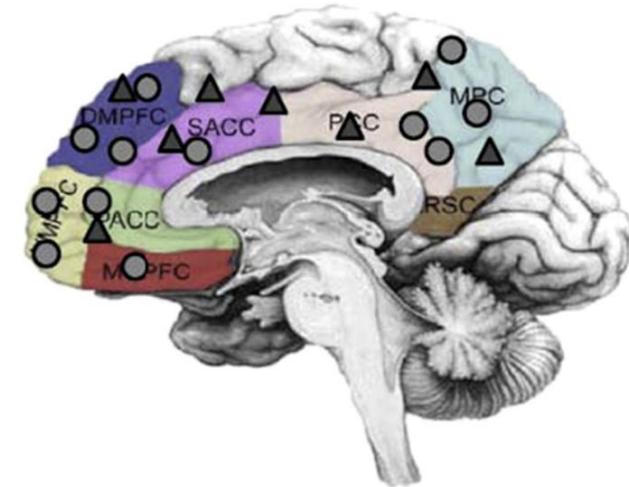
Franchini, M., Armstrong, V. L., Schaer, M., & Smith, I. M. (2019). Initiation of joint attention and related visual attention processes in infants with autism spectrum disorder: Literature review. *Child Neuropsychology*, 25(3), 287-317.

TSA et « freins » aux apprentissages



Mundy, P., & Jarrold, W. (2010). Infant joint attention, neural networks and social cognition. *Neural Networks*, 23(8-9), 985-997.

L'attention conjointe :
Un réseau complexe et distribué

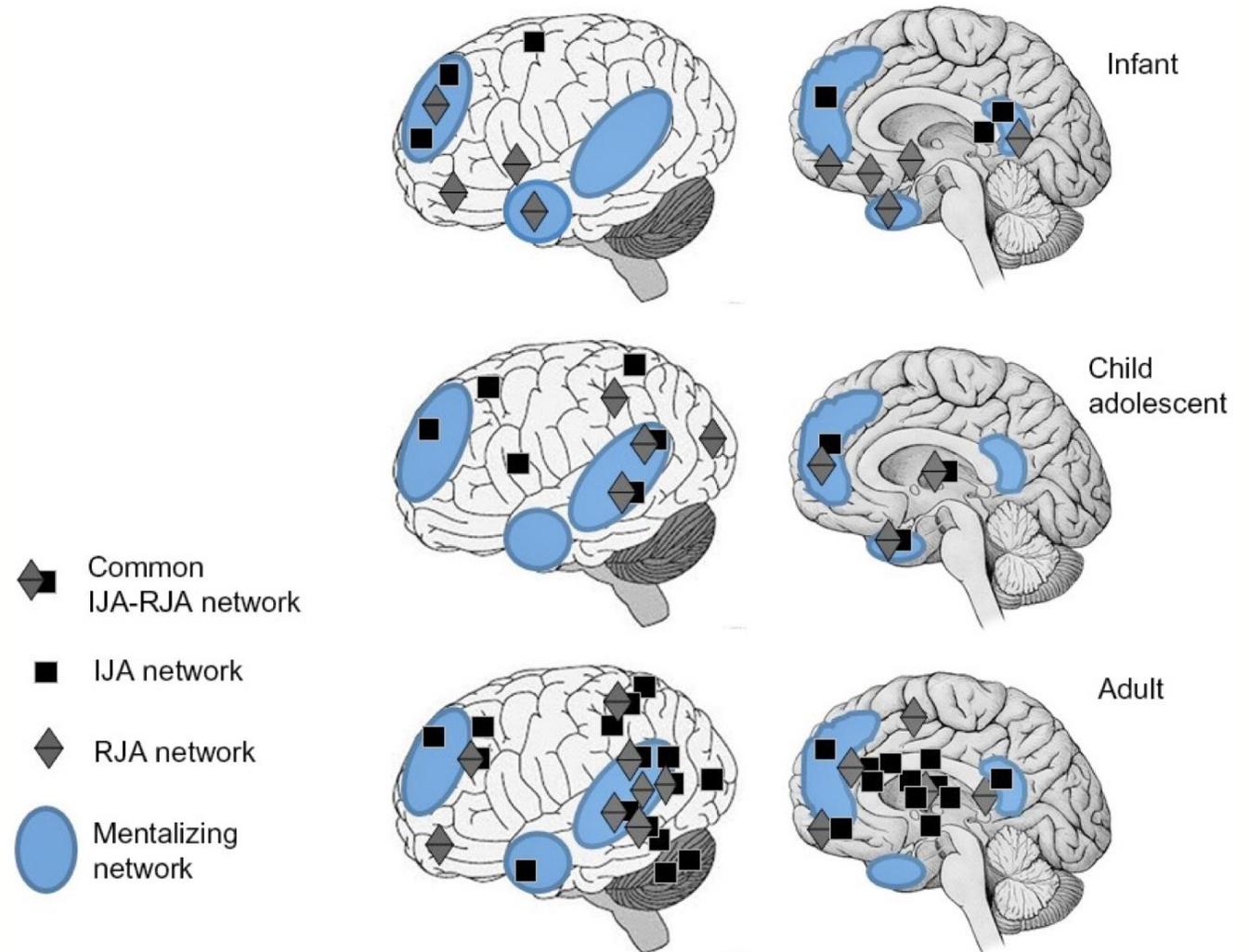


- & ▲ Joint Attention Neural Network
- Self > Other
- ▲ Self-Other Co-activation

TSA et « freins » aux apprentissages

Mundy, P. (2018). A review of joint attention and social-cognitive brain systems in typical development and autism spectrum disorder. *European Journal of Neuroscience*, 47(6), 497-514.

- ✓ Des liens étroits entre attention conjointe et **théorie de l'esprit** (mentalisation)
- ✓ Pas une zone mais **des circuits**
- ✓ Une **évolution** (déplacements ?) avec le développement (→ pourquoi ??????)



TSA et « freins » aux apprentissages

4. Des intérêts forts « uniques »

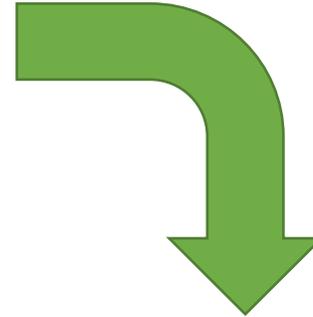
- Focalisation forte sur
 - Un objet / classe d'objet
 - Une activité (classer, ranger, ...)



TSA et « freins » aux apprentissages

4. Des intérêts forts « uniques »

- Focalisation forte sur
 - Un objet / classe d'objet
 - Une activité (classer, ranger, ...)



PISTES ...

- Profiter de son intérêt pour travailler la communication vers autrui
- Intérêt comme point de départ pour ...
- Intégrer son intérêt dans un contexte plus large

TSA et « freins » aux apprentissages

5. Les comorbidités et les décalages (retards ?)

- Retards sensori-moteurs, cognitifs, ...
- Pas systématiques
- Souvent, les premiers signaux (médecins, parents, crèche, ...)
- Troubles du sommeil, de l'alimentation, ...



- ✓ 44% à 86 % des enfants autistes ont des troubles du sommeil (contre 10% à 16% autre pop.)
- ✓ Endormissement : plus long
- ✓ 15% de leur temps de sommeil en sommeil profond ou REM (contre 23%)
- **fatigue, anxiété, troubles intestinaux, ...**
- + **impacts sur le couple, la vie professionnelle, ...**

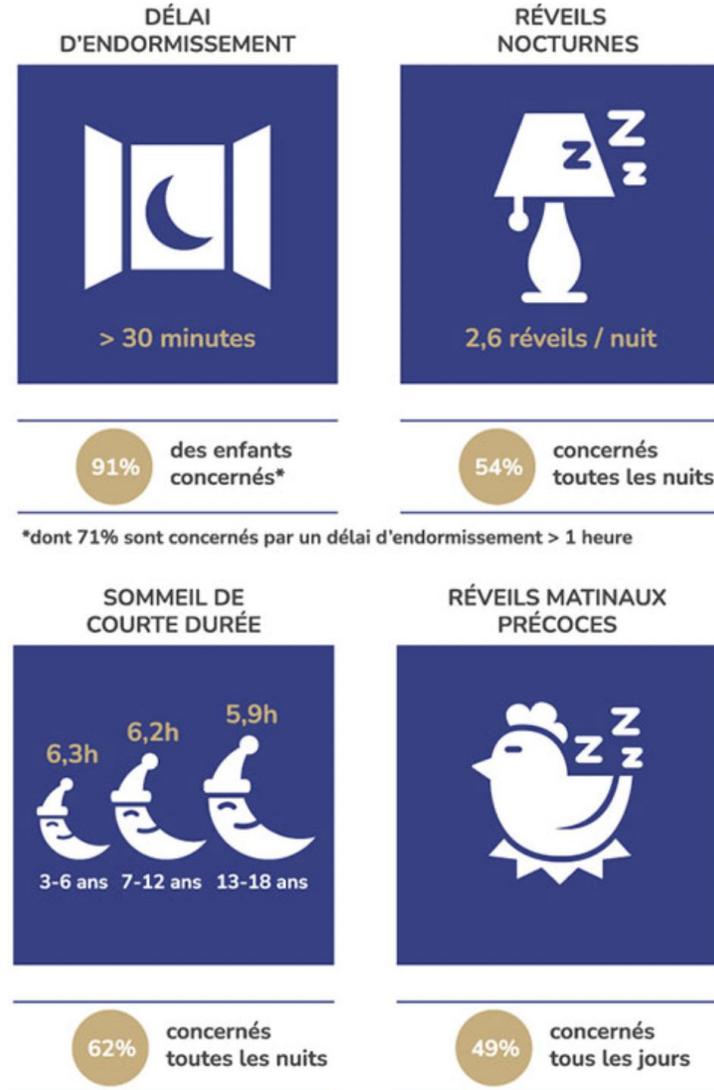
- ✓ Privilégie une seule texture : soit liquide, mouliné ou solide
- ✓ Privilégie un seul type de cuisson : ne manger que des aliments crus ou que des aliments cuits
- ✓ Privilégie un seul type de goût (par ex., que sucrés)
- ✓ Peut être réticent ou refuser de manger des aliments qui ont une forte odeur
- ✓ Peut sélectionner les aliments selon leur couleur

TSA et « freins » aux apprentissages

Par ex.:

- ✓ Etude quantitative basée sur le déclaratif des parents d'enfants avec TSA
- ✓ En France du 19/09/2018 au 25/06/2019.
- ✓ 181 parents d'enfants ont été interrogés soit un total de **188 enfants** de 18 mois à 18 ans avec Troubles du Spectre de l'Autisme

<https://www.autismeetsommeil.fr/enquete-troubles-du-sommeil-autisme/>



TSA et « freins » aux apprentissages

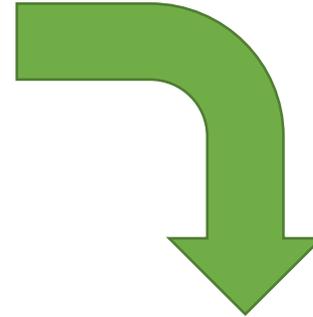
5. Les comorbidités et les décalages (retards ?)

- Retards sensori-moteurs, cognitifs, ...
- Pas systématiques
- Souvent, les premiers signaux (médecins, parents, crèche, ...)
- Troubles du sommeil, de l'alimentation, ...

Rossignol, D. A., & Frye, R. E. (2011). Melatonin in autism spectrum disorders: a systematic review and meta-analysis. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 53(9), 783-792.

Vaste méta-analyse sur impacts de la mélatonine :

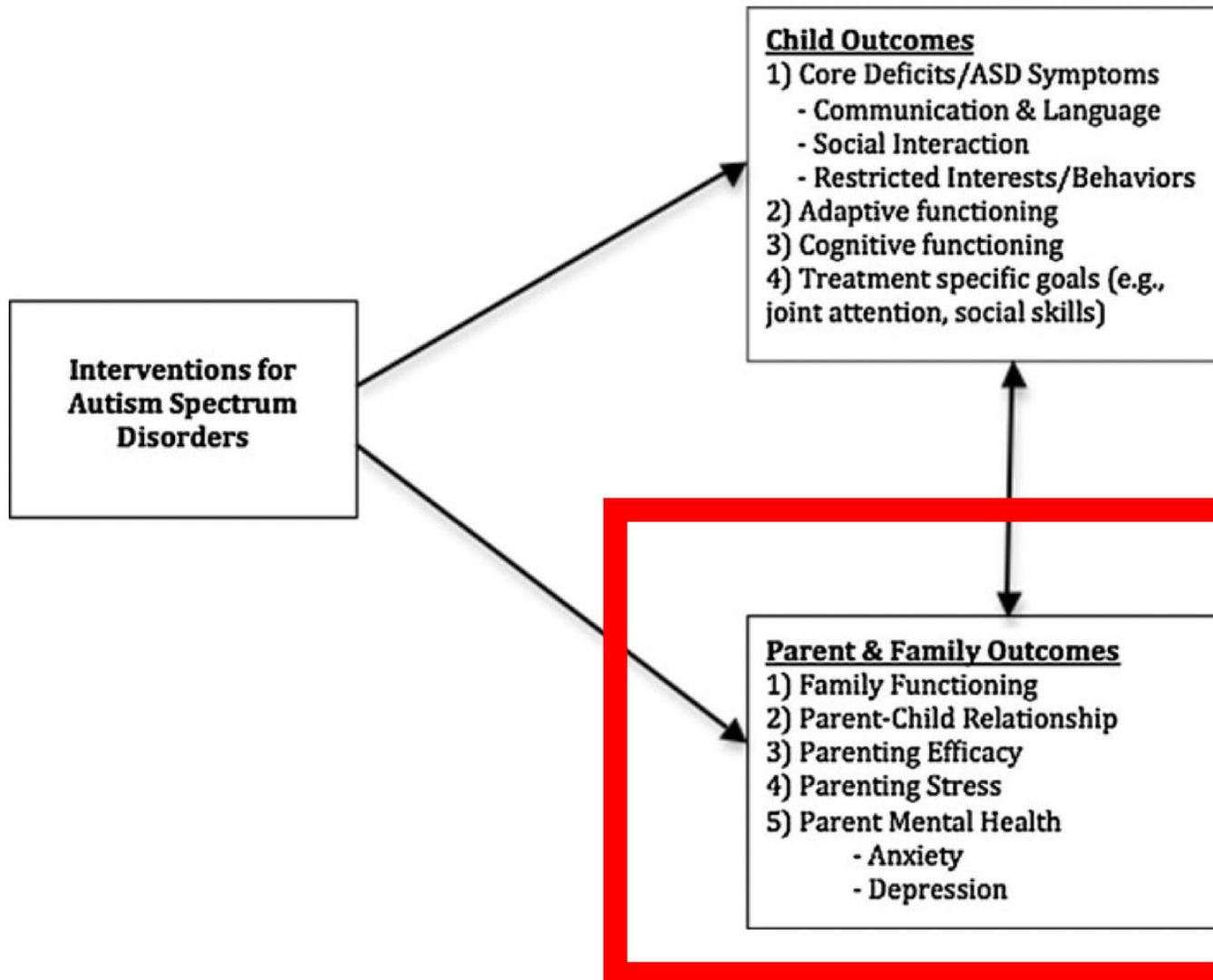
- ✓ Amélioration du sommeil
- ✓ Amélioration de la qualité de vie diurne



PISTES ...

- Aide médicamenteuse
- Prise en charge thérapeutique
- Mise en place de routines / jeux
- Suivi par des professionnels
- ...

Travailler avec les familles !



Karst, J. S., & Van Hecke, A. V. (2012). Parent and family impact of autism spectrum disorders: A review and proposed model for intervention evaluation. *Clinical child and family psychology review*, 15, 247-277.

Quelques éléments :

- Nombre de divorces X2
- Absences professionnelles (- 8 semaines)
- Satisfaction maritale /2
- Relations avec frères/sœurs
- ...

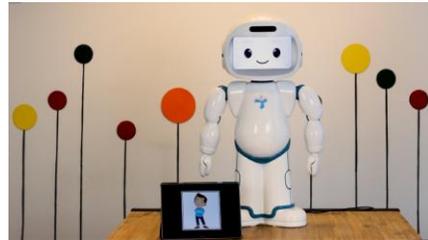
TSA et robotique

Une double (r-)évolution



Approches et conception des TSA
(Crépin, 2012)

Robotique et Intelligence Artificielle (IA)



- ✓ Difficultés communication
- ✓ Compétences sociales ?
- ✓ Répertoire d'activité ?
- ✓ Stress et angoisse / nouveauté
- ✓ *Etc.*

- ✓ Environnements stables
- ✓ Prédiction forte
- ✓ Ordre stable et « immuable »
- ✓ *Etc.*

TSA et robotique



3 Ds (= Dull, Dirty, Dangerous)



TSA et robotique



Divertissement, Jouet



3 Ds (= Dull, Dirty, Dangerous)



TSA et robotique

Divertissement, Jouet



3 Ds (= Dull, Dirty, Dangerous)



Assistance, Soins,
Santé, Sécurité,
Thérapie



TSA et robotique

Un robot n'est pas forcément complexe ...
Un exemple avec HUGVIE© (Ishiguro, 2021) →

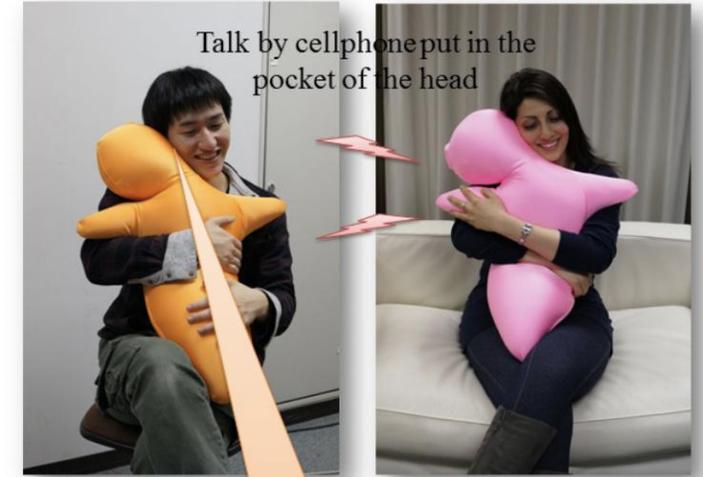
Utilisation de ce robot de téléprésence :

- Pour un enfant seul

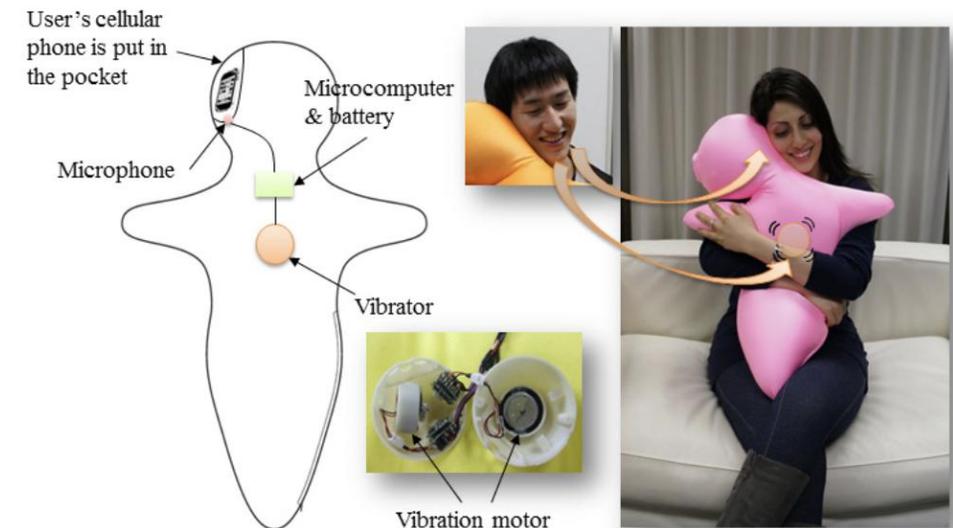
→ https://www.youtube.com/watch?v=xUEd6FJ_t2U&list=PLG7sRAdtlqAnHkAnbKB83w64MN_kQRW7s&index=4

- En classe

→ https://www.youtube.com/watch?v=dJB1c5iiS6k&list=PLG7sRAdtlqAnHkAnbKB83w64MN_kQRW7s&index=3



Put your cellphone in the pocket of the head



TSA et robotique

Les enfants avec TSA préfèrent les « robots » aux autres supports
→ Par exemple, étude de Haladdad *et al.* (2018) :

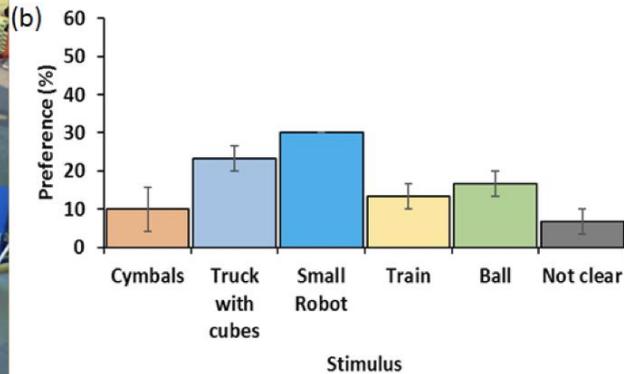
- 10 enfants avec TSA
- Âge: de 7 à 10 ans
- Analyse de tous les comportements vis-à-vis de différents « jouets »



TSA et robotique

Les enfants avec TSA préfèrent les « robots » aux autres supports
→ Par exemple, étude de Haladdad *et al.* (2018) :

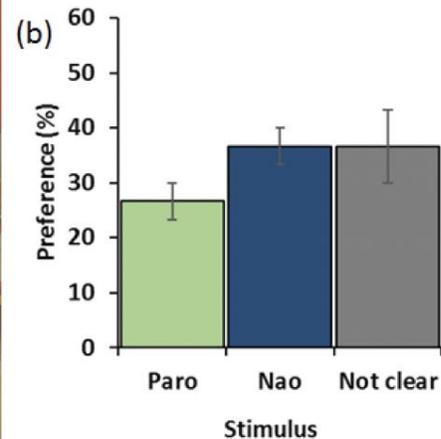
Préférence → forme « robot »



TSA et robotique

Les enfants avec TSA préfèrent les « robots » aux autres supports
→ Par exemple, étude de Haladdad *et al.* (2018) :

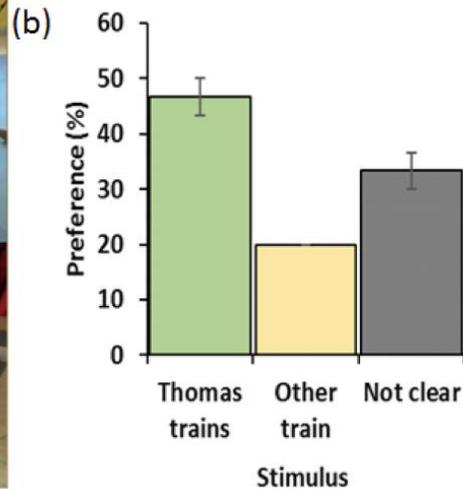
Préférence → forme humanoïde



TSA et robotique

Les enfants avec TSA préfèrent les « robots » aux autres supports
→ Par exemple, étude de Haladdad *et al.* (2018) :

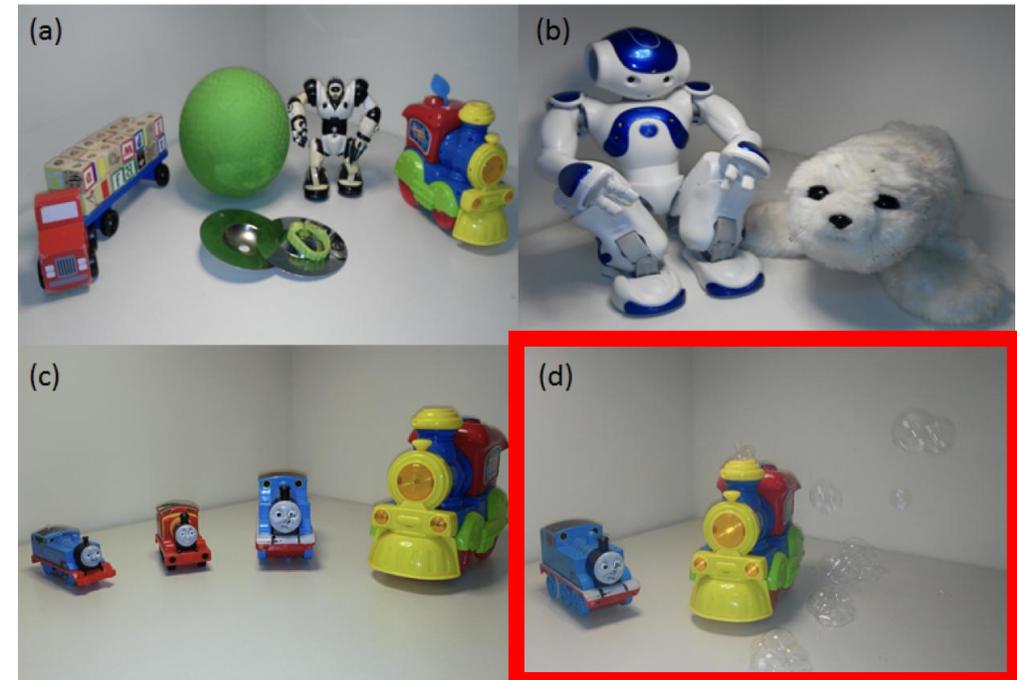
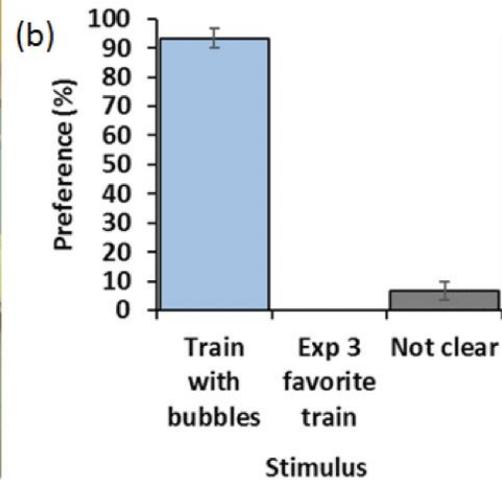
Préférence → train avec visage



TSA et robotique

Les enfants avec TSA préfèrent les « robots » aux autres supports
→ Par exemple, étude de Haladdad *et al.* (2018) :

Préférence → train avec bulles



TSA et robotique

Le **principal intérêt** d'un robot par rapport à d'autres technologies
= la corporalité (« **embodiment** ») ou **cognition incarnée**
→ concept issu de la psychologie cognitive
→ fait référence aux pensées (cognition), aux sentiments (émotion) et
aux comportements (corps) basés sur nos expériences et postures



≠



Un robot et les TSA : pour quoi faire ?

Gaudiello, I., & Zibetti, E. (2013). La robotique éducationnelle: état des lieux et perspectives. *Psychologie française*, 58(1), 17-40.

1. apprendre **la** robotique (par exemple, pour développer des compétences en informatique, en codage, en physique et en algèbre)
2. apprendre **avec** la robotique (par exemple, pour travailler le contrôle adaptatif et l'apprentissage par renforcement)
3. apprendre **par** la robotique (par exemple, pour développer les dimensions affectives, cognitives et sociales liées aux comportements humains)

Souvent → confusion dans ces différentes fonctions



Un robot et les TSA : pour quoi faire ?

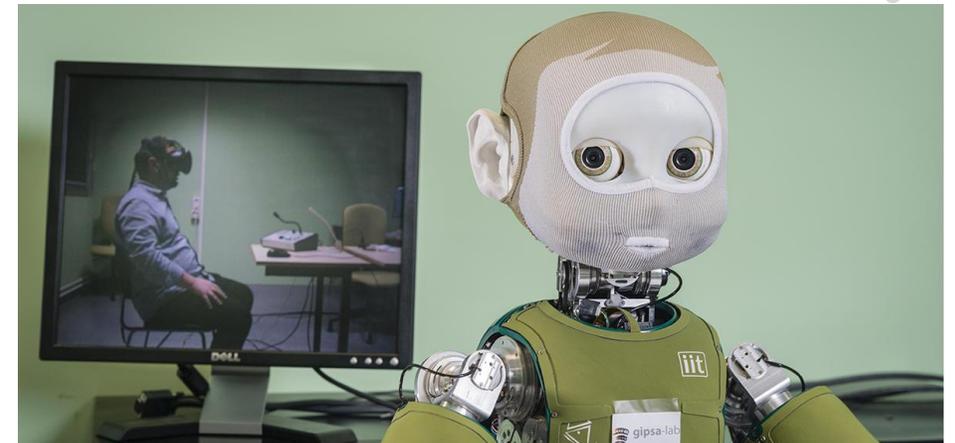
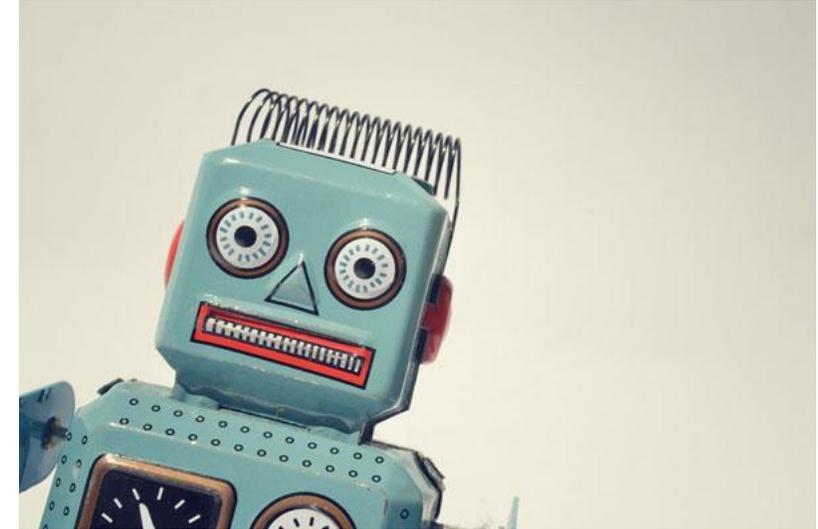
Alcorn *et al.* (2019 ; entretiens semi-structurés avec des éducateurs et des aidants professionnels) :

- Les enfants ont besoin d'interagir avec des personnes, et non avec des robots
- Un robot doit s'inscrire dans un dispositif plus complet ...
- ... et compléter des activités « traditionnelles »
- Les éventuels bénéfices liés à l'usage d'un robot doivent dépasser le simple moment où le robot est utilisé
- L'apparence physique des robots est déterminante. Problème : il n'y a pas de consensus sur cette apparence physique !...



Quelques confusions et biais

- Robots compagnons ou thérapeutes ?
- Utilité pour les enfants ? Pour les aidants ? *Etc.*
- Acceptabilité (mesure) ?
- Étude de laboratoire → *quid* du passage en environnement « réel » ?
- Actions menées en environnement réel → *quid* de la compréhension des mécanismes sous-jacents ?
- Niveau de compétences en robotique ? En IA ?
- Coût des dispositifs ?
- Robustesse des équipements ?
- Choix des activités ?
- Rares études longitudinales ...



Des impacts significatifs ?

Conti, D., Trubia, G., Buono, S., Di Nuovo, S., & Di Nuovo, A. (2018). Evaluation of a robot-assisted therapy for children with autism and intellectual disability. In *Towards Autonomous Robotic Systems: 19th Annual Conference, TAROS 2018, Bristol, UK July 25-27, 2018, Proceedings 19* (pp. 405-415). Springer International Publishing.

- Centrée sur la capacité à imiter et à initier une imitation (Nao©)
- Enfants avec TSA (11 à 12 ans)
- Seulement des séances de quelques minutes
- Deux tâches = (1) **imiter** les mouvements du robot ; (2) **faire imiter** ses mouvements

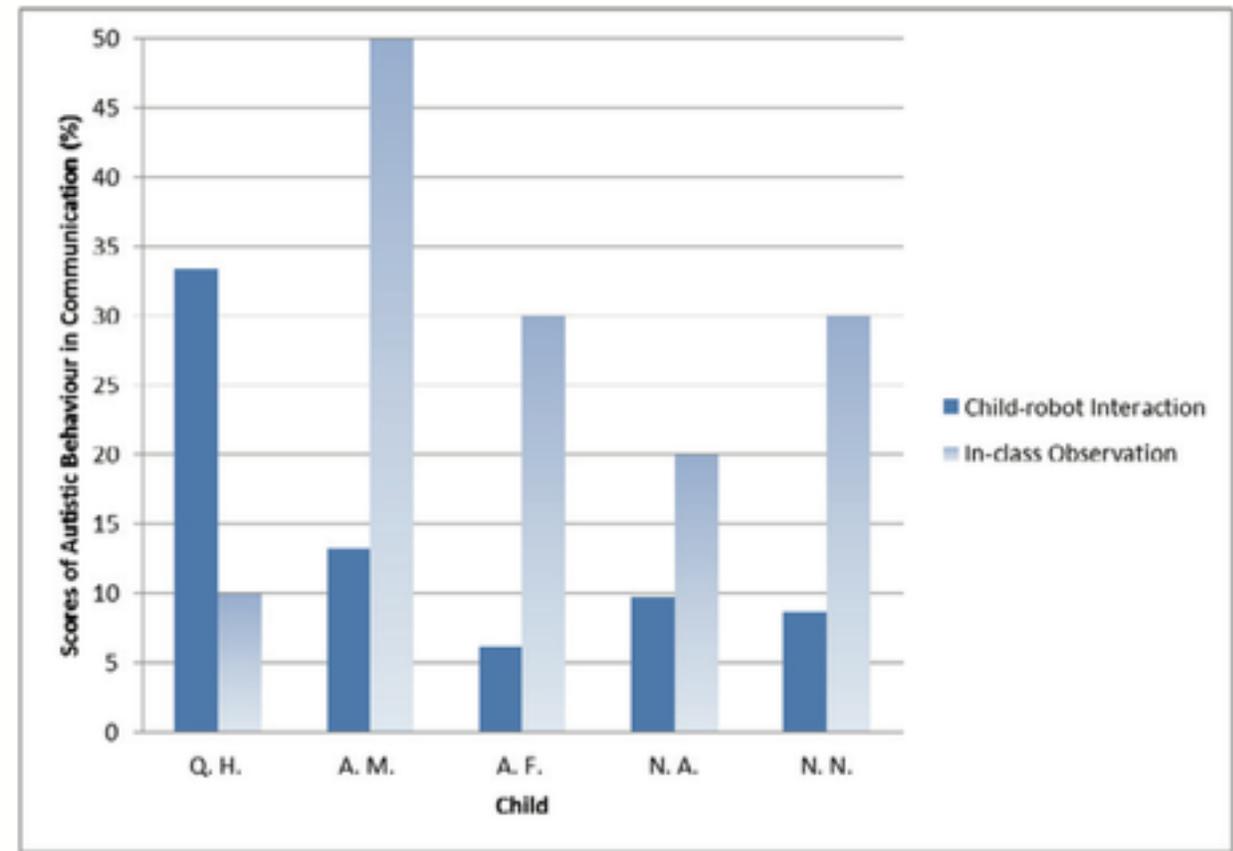


Shamsuddin, S., Yussof, H., Ismail, L. I., Mohamed, S., Hanapiah, F. A., & Zahari, N. I. (2012). Humanoid robot NAO interacting with autistic children of moderately impaired intelligence to augment communication skills. *Procedia Engineering*, 41, 1533-1538.

→ La présence du robot NAO© pendant l'interaction est capable de diminuer relativement le comportement autistique des enfants autistes



Fig. 2. Observation on Child N. A. (a) during the single session of HRI and (b) during in-class observation.



Des impacts significatifs ?

Costescu, C. A., Vanderborght, B., & David, D. O. (2015). Reversal learning task in children with autism spectrum disorder: a robot-based approach. *Journal of autism and developmental disorders*, 45, 3715-3725.

Utilisation d'un robot téléguidé
(Keepon©)

27 enfants avec TSA (6 à 12 ans)

→ atelier « traditionnel » ($n=12$)
vs. avec Keepon ($n=15$)

Tâche = apprentissage de
stratégies de réponses “adaptées”
à des situations de communication
(2h/semaine, pendant 6 semaines)
(Keepon propose un feedback positif ou négatif)



Des impacts significatifs ?

Étude de Kumazaki *et al.* (2020)

- ✓ centration sur **l'attention conjointe**
- ✓ ... avec un robot vs. avec un humain
- ✓ comparaison enfants TSA (n=30) vs. enfants neurotypiques (n=38)

L'enfant tourne-t-il la tête vers la même direction que son interlocuteur ?



Fig. 4

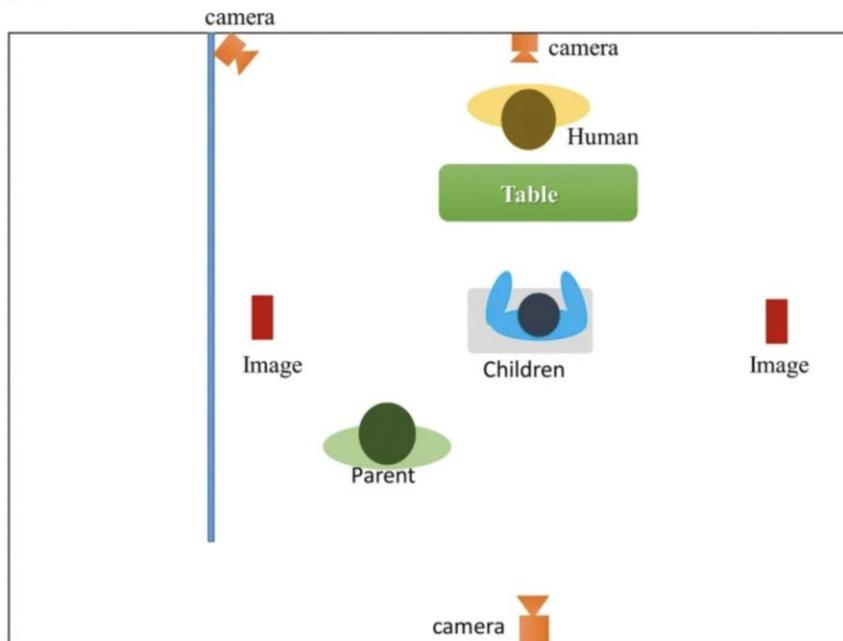
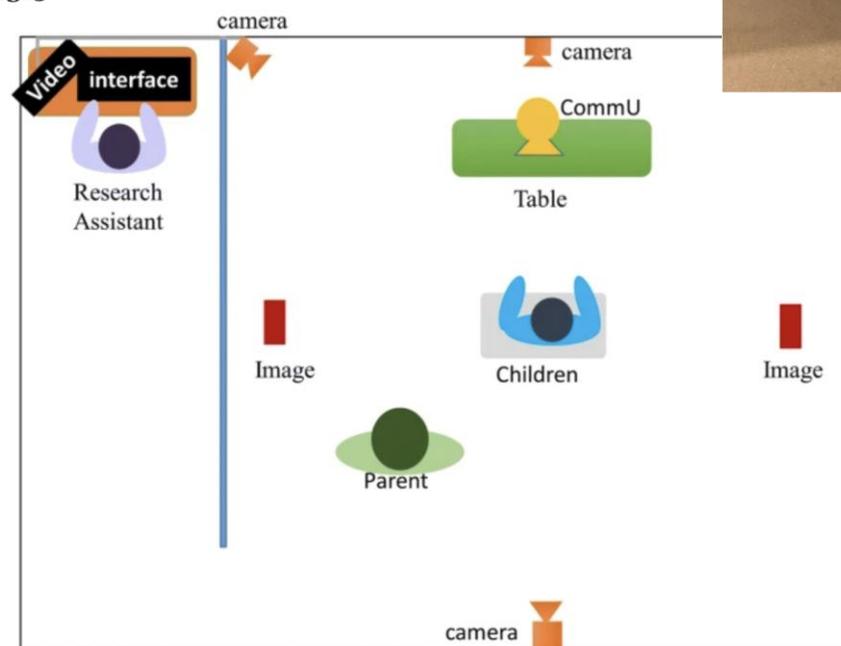


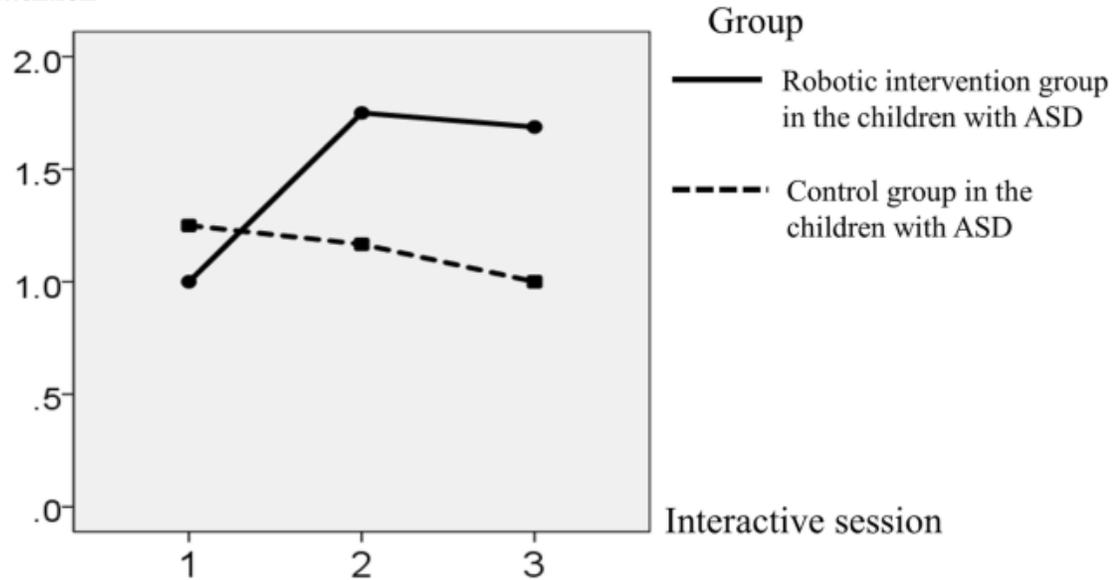
Fig. 3



Des impacts significatifs ?

1st and 2nd Interactive session: Interaction $F(1,26)=11.45 p < 0.01$
1st and 3rd Interactive session: Interaction $F(1,26)=8.90 p < 0.01$

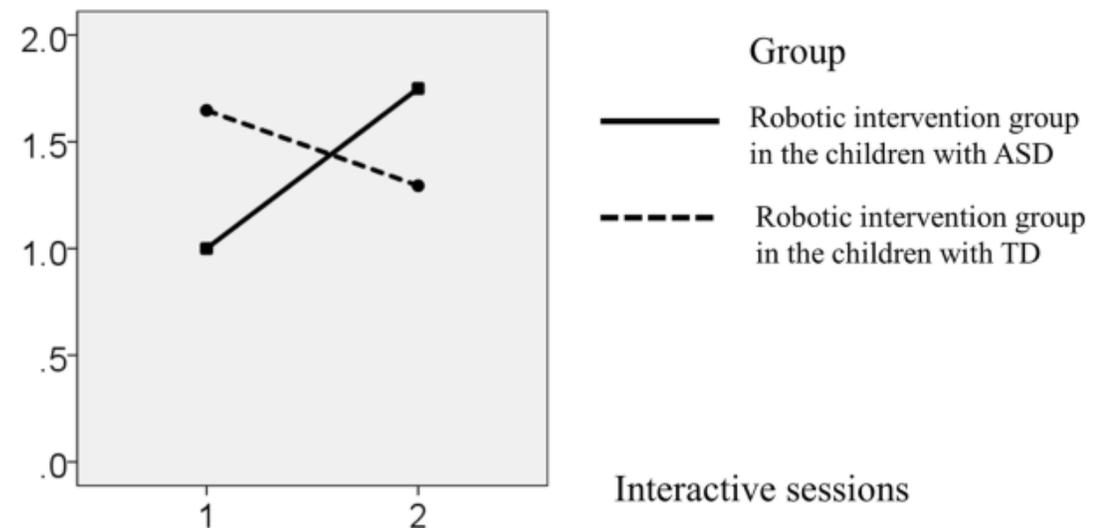
Rating of
Joint attention



← Des effets positifs et significatifs avec le robot

Rating of
Joint attention

Interaction $F=8.00 p < 0.01$

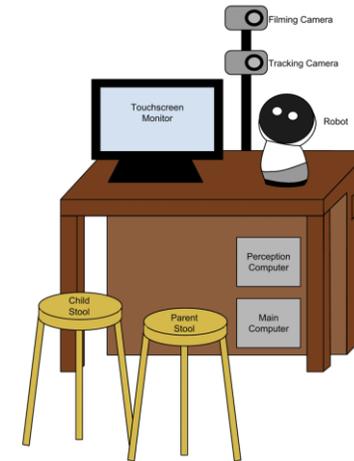


Des effets plus positifs pour les enfants avec TSA →

Des effets à long-terme ?

Conti, D., Di Nuovo, S., Buono, S., Trubia, G., & Di Nuovo, A. (2015, August). Use of robotics to stimulate imitation in children with Autism Spectrum Disorder: A pilot study in a clinical setting. In *2015 24th IEEE international symposium on robot and human interactive communication (RO-MAN)* (pp. 1-6). IEEE.

- ✓ Un robot **totallement autonome** ...
- ✓ ... déployé dans les **domiciles** ...
- ✓ ... durant **un mois**
- ✓ **Sans intervention des chercheurs** (hors assistance “technique”)
- ✓ Pas de protocole strict → **adaptation** aux contraintes, aux envies, *etc.*
- ✓ Une centration sur l’attention conjointe **avec** et **hors** de l’interaction
- ✓ Dispositif = le robot + des jeux sur tablettes

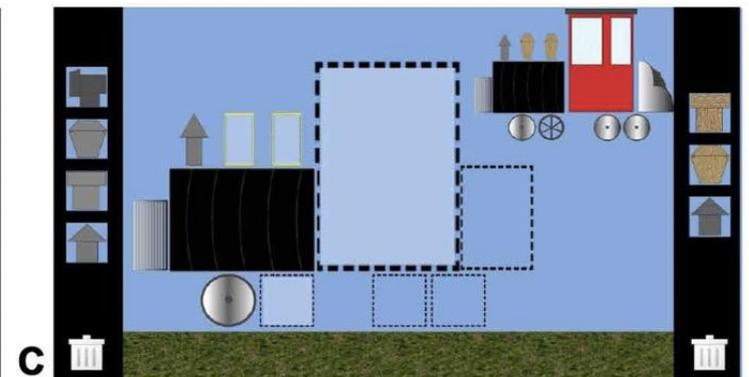
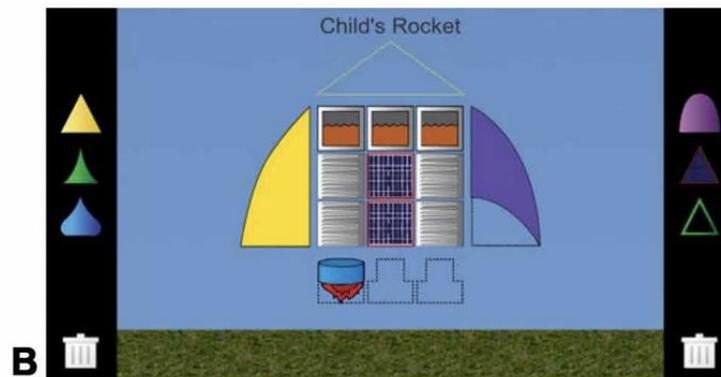
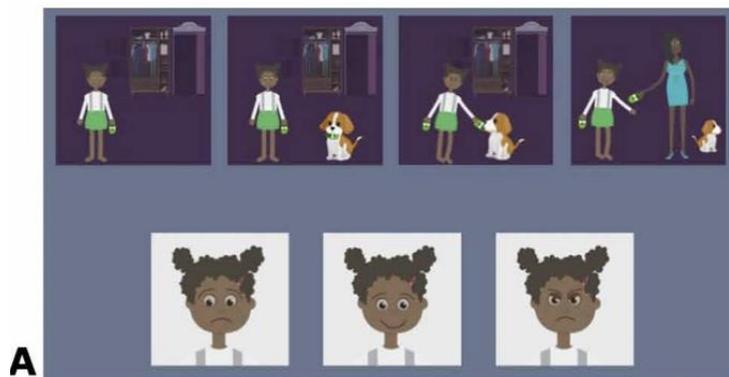
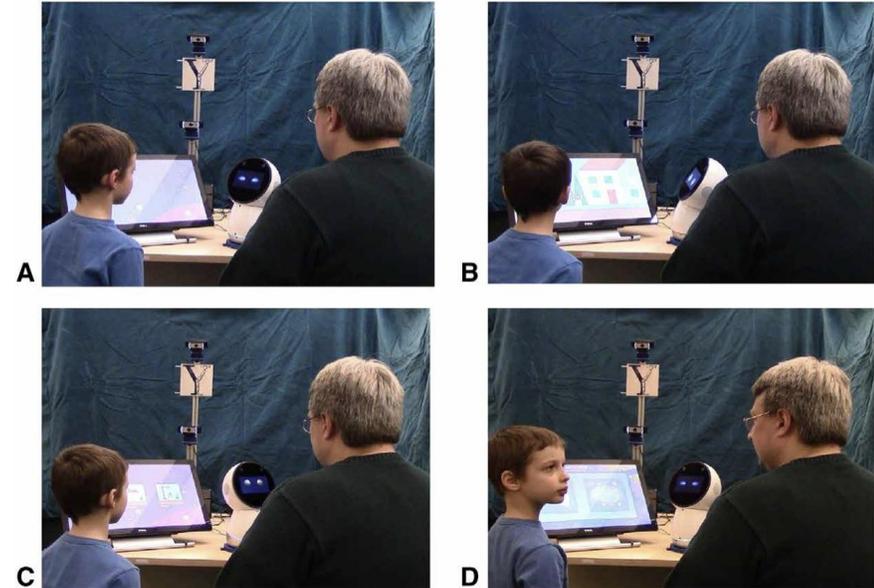


Des effets à long-terme ?

Un dispositif complet = Robot + Activités

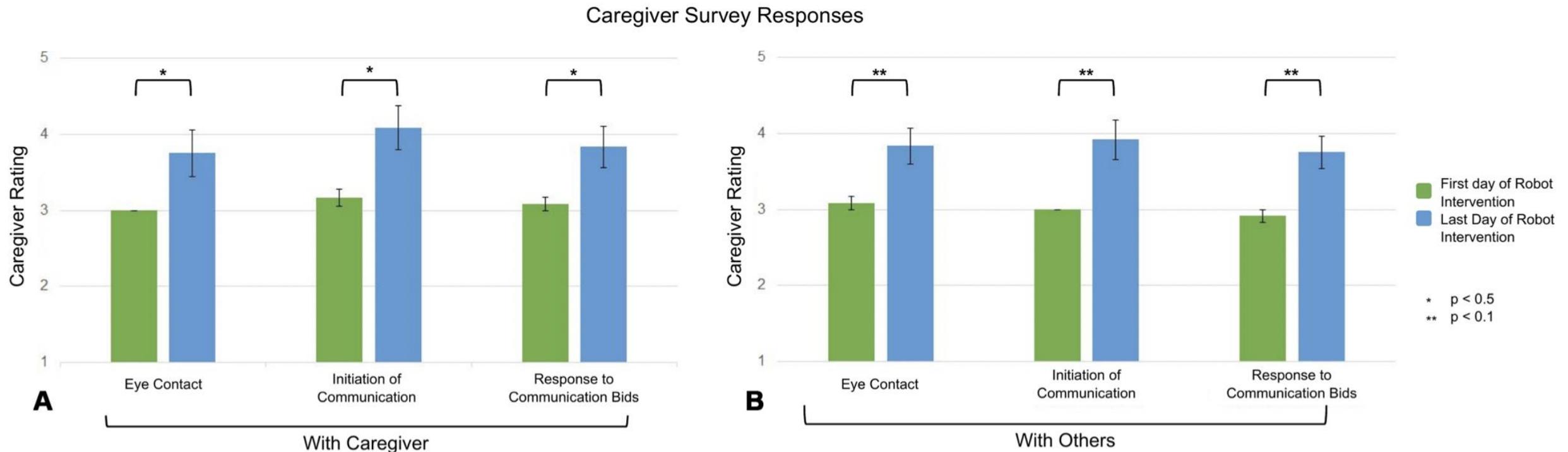
Participants :

- 12 familles avec enfants avec TSA
- Âge moyen = 9.3 ans
- Audition et vision : OK
- QI non verbal > 70 (DAS)



Des effets à long-terme ?

➔ Des impacts significatifs et durables sur les différents indicateurs liés à la communication avec le parent et avec autrui :



Pour conclure ...

Neurone



Cortex



Comportement individuel
(mécanismes, processus, ...)



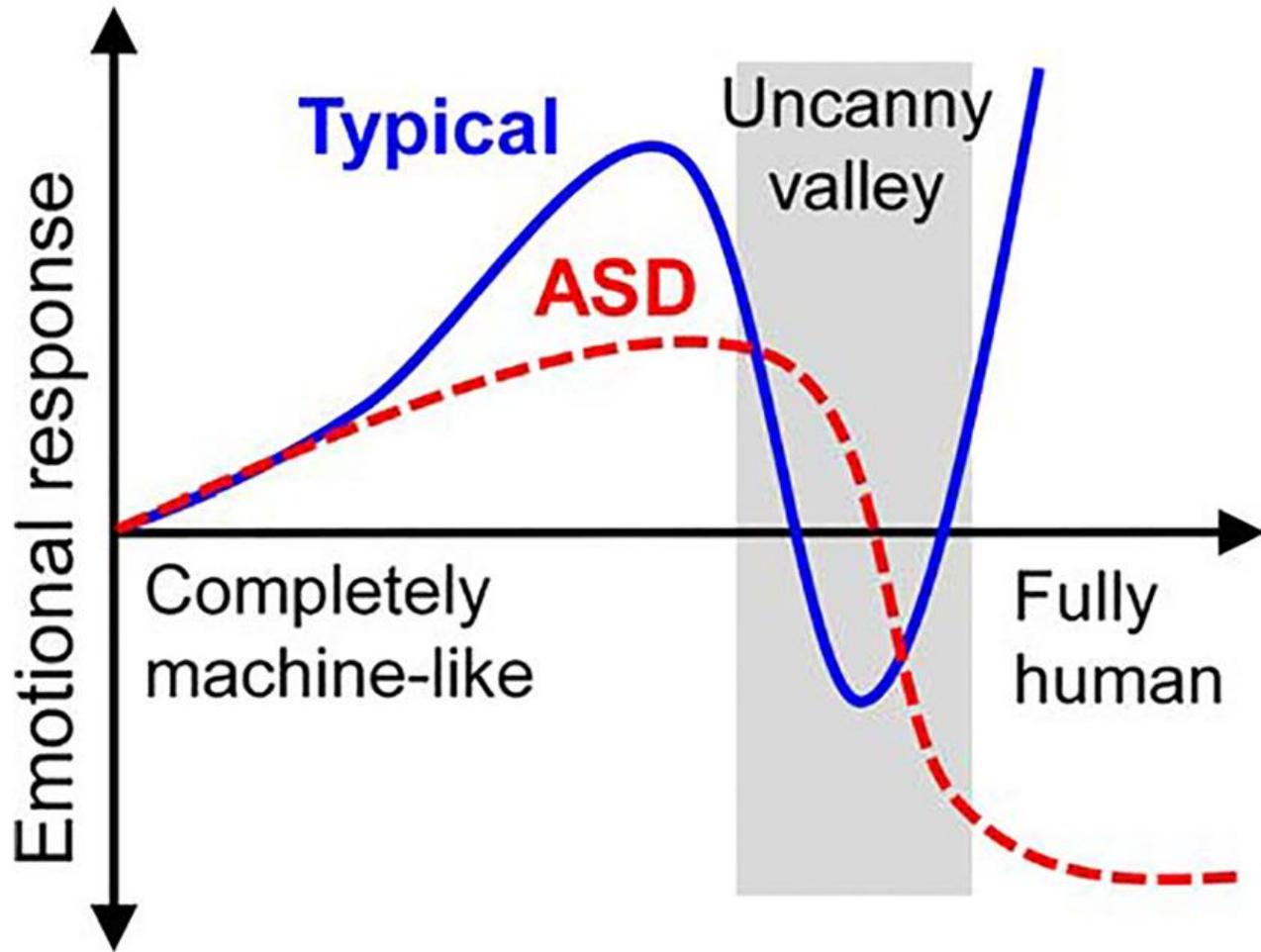
Comportement
humain dans un groupe



= Mettre en œuvre les faits prouvés par les sciences

(i.e., dans la classe, hors la classe, dans les familles, dans la société, ...)
pour faciliter l'inclusion, améliorer la qualité de vie, l'insertion, etc.

TSA et robotique



Ueyama, Y. (2015). A bayesian model of the uncanny valley effect for explaining the effects of therapeutic robots in autism spectrum disorder. *PloS one*, 10(9), e0138642.

→ Réponses différentes des enfants avec TSA (hétérogénéité)

→ les personnes avec TSA peuvent se sentir plus à l'aise et modifier leur réponse émotionnelle si les robots ressemblent à des humains déformés, même s'ils paraissent « effrayants » aux neurotypiques.