

Fiche de Synthèse : La Robotique Sociale

Auteurs : Chaimae EL AMRAOUI, Monir EL OUARROUDI, Safae AHRARA

1. Contexte et Cadre de Définition de la Robotique Sociale

La distinction entre un robot traditionnel et un Robot Social (RSx) repose non pas sur leur intelligence, mais sur leur fonction et leur domaine d'action. Un robot traditionnel (e.g., un bras manipulateur en usine ou un robot aspirateur) est conçu pour l'exécution efficace et répétitive de tâches physiques et logistiques dans un environnement souvent structuré (l'efficacité prime).

En revanche, le Robot Social est fondamentalement défini par sa mission relationnelle et sa capacité à interagir avec les humains en respectant les conventions sociales. Un RSx doit satisfaire trois critères distinctifs pour être considéré comme social :

- **Perception Sociale (Comprendre) :** Capacité à détecter et interpréter les signaux sociaux et émotionnels humains (expressions faciales, ton de voix, gestes, contexte situationnel).
- **Interaction Naturelle (Communiquer) :** Capacité à initier et maintenir une communication bidirectionnelle, utilisant un langage naturel (verbal et non-verbal) qui s'adapte dynamiquement à l'état de l'interlocuteur.
- **Objectif Relationnel (Établir) :** Sa fonction principale est d'établir et de gérer une relation (à court ou long terme) avec l'humain, que ce soit pour l'assistance, l'enseignement ou le divertissement.

La Robotique Sociale (RS) est une discipline qui se concentre sur la conception de Robots Sociaux (RSx), définis non pas par leur forme, mais par leur **fonction d'interaction et de communication avec les humains, en respectant les normes et les attentes sociales**. Le spectre du RSx est vaste, allant des agents logiciels aux humanoïdes complexes :

Catégorie	Caractéristique essentielle	Exemples
Agents Conversationnels	Absence d'incarnation physique (<i>Embodiment</i>). Interaction purement textuelle ou vocale.	Siri, Alexa, ChatGPT, Bard
Robots Fonctionnels (Non-humanoïdes)	Incarnation physique, mobilité limitée, rôle social spécifique (e.g., guide, livreur).	Robots de service, robots d'assistance à la marche
Robots Humanoïdes (Socialement Compétents)	Incarnation physique, expressivité non verbale, capacité à établir une relation à long terme.	NAO, Pepper, Sophia

2. Positionnement Actuel : Modèles, Applications et Facteurs d'Acceptation

2.1. Synthèse des Fondamentaux de la Robotique Sociale

2.1.1. Évolution de la Robotique Sociale (RS)

Période	Événements clés / Innovations	Exemples emblématiques	Caractéristiques majeures
1950–1980(Fondements conceptuels)	Test de Turing (1950) sur l'imitation de l'intelligence ; cybernétique de Wiener ; programme ELIZA (1966) simulant un dialogue humain.	ELIZA (Weizenbaum, 1966)	Premières interactions homme–machine, émergence de la notion d'« illusion sociale ».
1990–2000(Naissance de la robotique sociale)	Développement des premiers robots à cognition incarnée et expressivité émotionnelle.	Cog (Brooks, MIT); Kismet (Breazeal, 1998)	Interaction émotionnelle et apprentissage par expérience ; début de la robotique expressive.
2000–2025(Robots sociaux contemporains)	Diffusion commerciale et intégration dans la société ; fusion avec l'IA générative.	Paro (2001), Aibo (1999–), NAO et Pepper (2006–2014)	Robots compagnons, éducatifs et thérapeutiques ; émergence de robots intégrant des modèles de langage (post-2020).

2.1.2. Apports des Neurosciences Sociales

La conception de RSx s'inspire directement des mécanismes cognitifs humains pour rendre l'interaction plus naturelle. Deux concepts clés sont fondamentaux :

- **Les Neurones Miroirs :** Ces neurones s'activent lorsqu'un individu exécute une action ou observe un autre exécuter la même action. En RS, cela permet au robot de **modéliser et d'imiter des comportements sociaux** et d'exprimer une "empathie" artificielle.
- **La Théorie de l'Esprit (*Theory of Mind* - ToM) :** C'est la capacité d'attribuer des états mentaux (intentions, croyances, désirs) à soi-même et aux autres. L'intégration de modèles de ToM dans les architectures robotiques (via des modules de prédiction d'intention) est essentielle pour que le robot puisse **anticiper les besoins humains** et adapter sa réponse de manière proactive et socialement acceptable.

2.1.3. Architectures Robotiques

Les robots sociaux requièrent des architectures capables de gérer des interactions dynamiques et contextuelles :

- **Séquentielle (Sense–Plan–Act) :** planification rationnelle, mais lente pour les échanges sociaux.
- **Réactive :** réponses immédiates aux stimuli, sans planification.

- **Hybride (modèle dominant)** : combine réactivité (actions rapides) et délibération (apprentissage, planification sociale).
Exemple : **CLARAty** ou **Pepper**, qui associent boucle perception/action et modules cognitifs supérieurs pour une interaction fluide.

2.2. Impact et utilité des robots sociaux

Le succès des robots sociaux dépend principalement de leur utilité perçue et de leur acceptation par les utilisateurs finaux.

- Santé

Les RS, tels que Paro, sont utilisés comme dispositifs thérapeutiques pour apaiser les patients atteints de troubles neurocognitifs (comme l'Alzheimer), réduisant l'anxiété et l'agitation. Ils contribuent aussi au suivi médical et à l'assistance du personnel soignant. Une méta-analyse récente, intitulée « *The Effect of Social Robots on Depression and Loneliness for Older Residents in Long-Term Care Facilities : A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials* » (Yen et al., 2024), confirme que les interventions avec des RS ont des effets positifs significatifs sur la réduction de la dépression et de la solitude, avec des tailles d'effet jugées importantes.

- Éducation

Des robots tuteurs comme NAO et Pepper favorisent une pédagogie personnalisée et soutiennent les enfants avec troubles autistiques, améliorant communication et attention. Selon la revue de la littérature « *Social robots for education: A review* » (Belpaeme et al., 2018, *Science Robotics*), les robots sociaux sont efficaces pour augmenter les résultats cognitifs et affectifs (motivation, engagement) et ont atteint des résultats comparables à ceux du tutorat humain dans des tâches restreintes. Cet avantage est largement attribué à leur présence physique.

- Accompagnement social

Les RS luttent contre l'isolement des personnes âgées et soutiennent leur autonomie à domicile. La revue systématique « *The Effectiveness of Social Robots for Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Studies* » (Moyle et al., 2019, *The Gerontologist*) indique que l'interaction avec des robots sociaux peut améliorer l'engagement social, les indicateurs de stress et réduire la solitude chez les personnes âgées, bien que la consolidation statistique de certains effets exige des études de plus haute qualité.

2.3. Acceptation Sociale et Design

L'acceptation d'un robot social est fortement liée à son apparence. Les études montrent que les humains acceptent mieux les robots avec un design animal ou stylisé (non-humanoïde) que les androïdes hyperréalistes. Cette préférence s'explique par l'effet de l'« Uncanny Valley » (Vallée de l'Étrange), qui provoque un sentiment de malaise face à une ressemblance humaine imparfaite. Une méta-analyse majeure intitulée « *Human-Like Robots and the Uncanny Valley: A Meta-Analysis of User Responses Based on the Godspeed Scales* » (Schilbach et al., 2022) confirme que les utilisateurs montrent des réponses plus positives envers les robots affichant un faible à moyen niveau d'anthropomorphisme, l'apparence animale (ex. : Paro) étant préférée car elle évite la dissonance cognitive et les sentiments négatifs associés à l'hyperréalisme manqué.

3. Débat et Enjeux Éthiques

Mauvais auteurs : https://www.researchgate.net/publication/356478667_Human-like_Robots_and_the_Uncanny_Valley_A_Meta-Analysis_of_User_Responses_Based_on_the_Godspeed_Scales

Trois questions éthiques majeures ont alimenté le débat :

- **Authenticité émotionnelle** :
Quand un robot exprime des émotions, sont-elles perçues comme authentiques ? Il a été établi que l'expression constante des émotions par les robots n'est pas une nécessité fonctionnelle. L'essentiel réside dans la **capacité du robot à comprendre et interpréter** les émotions et les signaux sociaux humains (détection, analyse du contexte). L'authenticité perçue passe au second plan par rapport à l'**utilité thérapeutique** (ex. : amélioration du bien-être), à condition que la nature artificielle de l'interaction demeure transparente.
- **Fiabilité des neurosciences** :
Les modèles neuroscientifiques sont-ils suffisants pour reproduire la socialité humaine ? Les neurosciences ne sont pas un simple outil optionnel, mais un **fondement indispensable** pour le développement de la robotique sociale. Bien que l'approche neuroscientifique soit incomplète pour décrypter toute la complexité de la cognition sociale humaine, elle fournit les modèles de base nécessaires pour permettre aux robots de simuler des mécanismes sociaux (comme les neurones miroirs et la Théorie de l'Esprit).
- **Responsabilité juridique** :
Qui est responsable en cas d'erreur ou de préjudice causé par un robot social ? La question de la responsabilité en cas de préjudice causé par un robot social reste sans réponse simple et mène au consensus qu'elle est potentiellement **diffuse ou partagée**. Face à l'absence de statut juridique défini pour le robot, la responsabilité peut impliquer le fabricant (défaut de conception), le programmeur (erreur algorithmique) ou l'utilisateur (mauvaise utilisation), rendant nécessaire l'établissement d'un **cadre juridique adapté** à cette nouvelle forme d'autonomie.