



HAL
open science

L’impact des robots sur notre cognition : l’effet de présence robotique

Loriane Koelsch, Gérard Bailly, Frédéric Elisei, Pascal Huguet, Ludovic Ferrand

► To cite this version:

Loriane Koelsch, Gérard Bailly, Frédéric Elisei, Pascal Huguet, Ludovic Ferrand. L’impact des robots sur notre cognition : l’effet de présence robotique. WACAI 2021 - Workshop sur les “Affects, Compagnons Artificiels et Interactions” (ACAI), Centre National de la Recherche Scientifique [CNRS], Oct 2021, Saint Pierre d’Oléron, France. hal-03377544

HAL Id: hal-03377544

<https://hal.science/hal-03377544>

Submitted on 14 Oct 2021

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.

L’impact des robots sur notre cognition : l’effet de présence robotique

LORIANE KOELSCH, GÉRARD BAILLY, and FRÉDÉRIC ELISEI, GIPSA-Lab - Univ. Grenoble-Alps, France
PASCAL HUGUET and LUDOVIC FERRAND, LAPSCO - Univ. Clermont-Auvergne, France

À l’heure où l’intelligence artificielle, la domotique et la robotique se développent et sont de plus en plus présentes dans nos vies, il est important de se questionner sur l’influence de la présence de ces pseudo-congénères sur la cognition humaine. On sait en effet que la simple présence d’un congénère a une influence sur les capacités cognitives d’un individu. Que ce congénère présent soit co-acteur ou simple spectateur, on peut observer une facilitation des performances lors de tâches simples ainsi qu’une détérioration lors de tâches complexes. Si la présence physique d’un congénère peut avoir un impact, il est légitime de se demander s’il en est de même avec ces machines sociales capables d’interagir avec les êtres humains.

Dans cette revue de littérature, nous verrons que la présence de ces machines peuvent effectivement avoir un effet. Nous nous questionnerons alors sur les différents facteurs pouvant moduler l’effet de cette présence sociale robotique. Des questions sur l’incarnation de l’agent seront soulevées quant à l’apport d’un corps physique présent par rapport à un agent virtuel ou l’intérêt d’une forme anthropomorphique. Des facteurs déjà connus pour influencer les interactions humains-machines ou humains-humains seront observés pour tenter de mettre en avant ceux qui seraient à même de moduler l’effet de présence. Ces facteurs seront propres au robot ou externes au robot s’ils viennent de l’interaction et de son environnement.

Additional Key Words and Phrases: Robotique sociale, effet de présence, interactions humains machines

ACM Reference Format:

Loriane Koelsch, Gérard Bailly, Frédéric Elisei, Pascal Huguet, and Ludovic Ferrand. 2021. L’impact des robots sur notre cognition : l’effet de présence robotique. In *Proceedings of WACAI’2021: Workshop sur les “Affects, Compagnons Artificiels et Interactions” (WACAI’2021)*. ACM, New York, NY, USA, 9 pages. <https://doi.org/10.1145/nnnnnnn.nnnnnnn>

1 INTRODUCTION - EFFET DE PRÉSENCE

Les machines sociales sont de plus en plus présentes sous forme d’assistants personnels, de *chatbots* voire même de robots. La crise sanitaire actuelle liée à la Covid-19 sert de tremplin à ces technologies qui peuvent permettre de combler un manque de contact social pour les plus isolés ou qui peuvent être utilisés sans risque au contact de la clientèle. Il reste cependant important de comprendre les effets de ces machines sur les comportements et capacités humaines, à commencer par l’élément le plus basique, leur présence physique dans l’environnement.

La simple présence d’un congénère a en effet une influence sur les capacités cognitives et les comportements d’un individu. Cela peut s’expliquer par le fait que cette présence dans l’environnement est un élément important à prendre en compte tant au niveau du comportement que de la communication à adopter. Les capacités cognitives et les performances peuvent aussi être impactées en étant améliorées ou détériorées en fonction du type de tâche. Il s’agit de l’effet de facilitation-inhibition sociale (ou *Social Facilitation and Impairment effect*). La complexité de la tâche peut être un facteur modulant l’effet de présence, la présence de congénères permet une amélioration des performances lors de tâches simples ou bien apprises, ainsi qu’une altération des performances lors de tâches complexes ou mal apprises [41].

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for components of this work owned by others than ACM must be honored. Abstracting with credit is permitted. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee. Request permissions from permissions@acm.org.

© 2021 Association for Computing Machinery.

Manuscript submitted to ACM

De nombreuses expériences ont depuis montré que la présence de congénères d'une même espèce (du cancrelat au chimpanzé) impacte les systèmes cognitifs. Depuis plusieurs décennies, la présence de pseudo-congénères a aussi été traitée. En effet, chez les êtres humains, le processus d'anthropomorphisation peut hisser certaines machines et robots au statut de pseudo-congénères en leur transférant certaines caractéristiques humaines. L'implémentation physique de ces machines peut alors leur permettre de devenir des agents sociaux exerçant potentiellement une influence sur leur environnement et sur ceux qui les entourent au même titre que des congénères. Si la présence physique d'un congénère peut avoir un impact sur les capacités cognitives, il est légitime de se demander s'il en est de même avec des agents conversationnels, ces machines sociales capables d'interagir avec les êtres humains.

2 INCARNATION DE L'AGENT

2.1 Représentation visuelle de l'interlocuteur

À l'heure actuelle, les agents conversationnels les plus répandus sont les assistants personnels tels que Siri d'Apple, Alexa d'Amazon ou l'assistant Google, mais ces assistants sont purement vocaux et possèdent donc une présence physique et une représentation visuelle limitées. Walker et al. [38] ont ainsi montré que même si la satisfaction ressentie au cours d'une interaction n'était pas augmentée, une représentation de visage humain menait à de meilleures performances en commettant moins d'erreurs et offrant des réponses aux questions ouvertes plus longues qu'avec la présentation d'un simple texte. Walker et al. [38] en ont conclu que l'utilisation de visages, qui est un stimulus important pour l'être humain, pouvait être appropriée pour certaines tâches, notamment celles nécessitant un dialogue avec l'interlocuteur. L'utilisation d'avatar virtuel avec une représentation physique peut donc permettre une communication améliorée par rapport à un simple assistant personnel vocal.

2.2 Différence entre incarnation et présence

Si pour la manipulation d'objets physiques, une apparence complexe peut être nécessaire, les interactions sans manipulation physique ont-elles vraiment besoin d'un robot ou un simple agent virtuel présenté sur un écran peut-il être suffisant pour provoquer un effet de présence ? Des pistes de réponses peuvent être données en montrant que la possession d'un corps peut être bénéfique pour l'acceptation et l'utilisation de ces derniers par rapport à une simple image présentée sur un écran. Ainsi, un robot social est jugé plus attentif et plus apte à aider qu'un agent virtuel ressemblant à ce robot [36, 37]. De plus, une interaction en face à face est aussi caractérisée par le fait que l'interlocuteur soit physiquement présent. Il est en effet possible que l'interlocuteur possède un corps sans pour autant être présent comme par exemple lors d'une visio-conférence où les autres individus ne sont présents que virtuellement. Les différences d'effets entre un robot physiquement présent et un autre présenté par un écran permettent de distinguer l'impact de la forme matérielle du robot et celui de sa présence physique.

L'impression que peut donner un robot physiquement existant mais filmé et diffusé sur un écran est à mi-chemin entre un robot physiquement présent aux côtés du participant et un agent virtuel sans lien avec le monde réel. Dans le domaine de la santé, Kiesler et al. [13] ont montré que les participants qui ont reçu des conseils sur leur santé par un robot physiquement présent choisissaient davantage d'encas équilibrés conseillés par le robot que ceux qui ont reçu les conseils d'une vidéo de ce robot ou de celle d'un agent virtuel. La présence physique du robot lui a donc permis d'être plus convaincant. Dans le même domaine, des personnes souffrant d'un trouble cognitif ou de la maladie d'Alzheimer montrent plus d'engagement avec un robot soignant qu'avec un agent similaire uniquement télé-présent [33].

Une méta-analyse effectuée par Li [16] sur 33 articles étudie la question de la présence robotique sur les êtres humains. S'il a été montré que la présence de robots a bien un impact sur la cognition humaine, l'objectif de cette méta-analyse a été de regrouper les études pour tester si c'est la présence physique qui importe ou si seule la possession d'un corps est suffisante pour avoir un effet. Elle porte sur les différences entre des robots présents physiquement et des robots non présents physiquement, les robots n'étant pas forcément humanoïdes. Pour cela, les trois catégories de stimuli expérimentaux précédemment décrits (les robots physiquement présents, les robots présents à travers un écran et les agents virtuels) ont été pris en compte pour ce type de paradigme. Les résultats de cette méta-analyse montrent que les robots sont plus persuasifs, moins distrayants et sont perçus plus positivement lorsqu'ils sont présents physiquement par rapport au cas où ils sont présentés sur un écran ou en utilisant un avatar digital. Les usagers ont également montré de meilleures performances et d'un apprentissage plus rapide dans diverses tâches cognitives et motrices (reconnaissance de couleur, tour d'Hanoï, exercice physique...) en présence de robots co-présents. Aucune différence significative n'a été trouvée entre les conditions montrant un robot présent à travers un écran et un agent virtuel. Une vidéo d'un agent réel n'a donc pas plus d'effet qu'une modélisation uniquement virtuelle, il s'agit bien de la présence physique qui importe. Il faut donc noter que ce n'est pas la possession – ou non – d'un corps qui est important, mais bien la présence physique aux côtés de l'individu qui mène à un effet de présence. Il est toutefois nécessaire de relever que dans les résultats observés par cette méta-analyse, aucune différenciation n'est faite entre la facilitation et la détérioration causées par la présence sociale, seules la facilitation des performances et les améliorations de jugement sont prises en compte comme effet bénéfique de la présence robotique. Les différentes complexités des tâches ne sont pas relevées pour tenter d'expliquer les améliorations et les détériorations. Il est donc possible que des effets de présence menant à des détériorations des performances ont eu lieu pour des tâches plus complexes mais n'ont pas été explicités dans les expériences sélectionnées, leur but étant de montrer les bénéfices de la présence et non pas de retrouver et d'expliquer l'effet de présence.

2.3 Présence humanoïde : bénéfiques ou préjudices

Anthropomorphiser les agents artificiels permet d'améliorer la communication à l'aide de gestes ou d'expression faciales facilement décodables par des êtres humains qui ont appris toute leur vie à communiquer avec leurs congénères tout en augmentant l'empathie envers ces machines. Avant l'apparition du numérique, l'effet de présence d'entités ressemblant à des êtres humains avait déjà été montrée avec des mannequins [24]. La multiplicité des interactions avec des pseudo-congénères technologiques a mené la recherche à s'emparer de la question de leurs effets sur la cognition humaine afin de prévoir les évolutions, de pouvoir les adapter et de les faire accepter par la société. Une représentation humaine mène à une coopération plus importante qu'une représentation virtuelle de chien [22], l'aspect humanoïde permettant une meilleure interaction et un effet de facilitation sociale similaire à celui d'un être humain [23]

En 2012, Riether et al. [25] ont mesuré l'effet d'une simple présence robotique par rapport à une présence humaine pour des tâches motrices simples vs complexes ou impliquant les fonctions exécutives (résolution d'anagrammes, tâche de distance numérique et tâche de mémoire). Si aucune différence n'a été retrouvée ici pour les tâches motrices, l'analyse des résultats aux tâches impliquant une prise de décision a mis en évidence un processus de facilitation des tâches simples et à une détérioration pour les tâches complexes en condition de présence (humaine comme robotique).

2.4 Perception de l'être social

Si des effets liés à la présence de robots humanoïdes ont été montrés, une des faiblesses récurrentes dans les études portant sur les interactions humains-machines est que l'effet de présence des agents artificiels est souvent étudié sans

faire la distinction entre un effet de présence lié à l'aspect social du robot et un effet dû à une distraction mécanique. L'étude de Spatola et al. [30] en 2019 s'est attelée à vérifier qu'il s'agissait bien de l'anthropomorphisation et l'aspect social du robot qui menaient à l'effet de présence et non un effet de nouveauté ou de distraction face à la machine. Ils ont montré qu'une première phase d'interaction est nécessaire afin de permettre une anthropomorphisation du robot et d'obtenir un effet de présence. Un lien a alors été fait entre l'interaction (ou l'absence d'interaction), l'attribution de caractéristiques humaines au robot et la présence de l'effet de présence. Ainsi, l'attribution de traits anthropomorphiques à un robot conduit à un effet de présence plus important par rapport à un robot considéré comme une machine avec des traits mécaniques. Une anthropomorphisation du robot est donc nécessaire pour le rendre social, et ainsi lui conférer une présence influente, différente de la simple distraction liée à des bruits de moteurs ou à un effet de nouveauté. L'anthropomorphisme passe par l'apparence mais également par la présentation. Ainsi, un robot présenté comme étant proche de l'être humain a un effet différent de celui du même robot présenté comme une machine [32], l'aspect social de la machine permettant une amélioration de l'interaction.

3 FACTEURS DE VARIATION DE L'EFFET DE PRÉSENCE INTERNE AU ROBOT

Si un nombre important d'études s'intéressent aux facteurs qui impactent les interactions humains-machines et l'acceptation de ces dernières, peu d'études s'intéressent exactement à l'effet de simple présence robotique. Il est toutefois possible de se questionner sur différents facteurs sensibles modulant l'anthropomorphisme, ou les comportements face aux machines et pouvant potentiellement avoir un effet sur leur présence sociale. Tout comme l'effet de présence induit par un congénère est sensible aux conditions expérimentales [35], celui d'un pseudo-congénère peut être modulé par différents facteurs liés à son apparence ou à son comportement.

3.1 Genre du robot

Si l'utilisation de machines pourrait permettre de s'affranchir du genre de son interlocuteur, il n'est pas rare que les concepteurs caractérisent ces derniers de masculins ou, plus souvent, de féminins [10, 40], par l'utilisation de certains prénoms et pronoms ou par leur apparence et leur voix. Le genre donné au robot, masculin ou féminin, peut alors avoir une influence sur son locuteur. En effet, de la même façon que le genre d'un individu peut avoir un impact sur les comportements dans une interaction [8, 9], le genre d'un robot peut également avoir un impact sur les réactions qu'il engendre. La crédibilité et la force de persuasion d'un robot ont été mesurées en fonction du genre de sa voix, masculine ou féminine par une étude de Siegel et al. [29]. Dans cette étude, des robots féminisés ont été plus persuasifs en récoltant davantage de dons monétaires que leurs homologues masculins. En 2010, Niculescu et al. [19] ont montré que les individus se sentaient plus à l'aise et confiants en interagissant avec des agents virtuels féminins plutôt qu'avec le même agent genré au masculin. Toutefois, cet effet n'est pas forcément retrouvé dans toutes les tâches [i.e 21, pour une tâche de rappel d'informations] et semble dépendre du genre du sujet qui interagit avec le robot (voir la partie suivante). Ainsi, le genre attribué au robot peut modifier l'interaction et le ressenti qu'il provoque. Si l'interaction est impactée, sa simple présence genrée pourrait potentiellement avoir également un impact sur l'intensité de son effet de présence robotique.

3.2 Personnalité du robot

En plus de l'apparence physique du robot, son attitude et sa manière de se comporter ont un impact sur la perception sociale qu'il induit. La personnalité des robots, ou celle qui est perçue par leurs utilisateurs, peut alors avoir un impact sur les interactions. Plusieurs études ont été effectuées en utilisant le modèle des « Big Five », modèle qui permet de décrire

les personnalités à l'aide de 5 traits : comportant l'ouverture à l'expérience, la conscienciosité, l'extraversion, l'agréabilité et le névrosisme [6]. Si les cinq traits peuvent avoir un effet, l'extraversion est le plus important. Globalement, les machines perçues comme extraverties sont davantage appréciées que les introverties [26]. En revanche, cette différence peut être nuancée par l'utilisation qui est faite de la machine. En 2014, Tay et al. [34] ont montré que les stéréotypes liés à la personnalité et à l'activité professionnelle pouvaient avoir une influence sur la perception d'un robot. Ainsi, lorsque la personnalité ou le genre attribués à un robot ne correspondaient pas aux préjugés de son activité supposée (féminin et extraverti pour une infirmière et masculin et introverti pour un agent de sécurité dans cette expérience), les participants avaient une perception plus négative du robot que lorsqu'ils correspondaient aux stéréotypes de son métier.

3.3 Mouvement

La façon de se mouvoir et de se comporter physiquement peut également influencer sur comment un robot est perçu. Par exemple, de la même manière qu'un être humain, le robot humanoïde peut diriger son regard afin d'enrichir la communication avec du contenu non-verbal. La direction du regard prend alors une signification importante pour transmettre des informations à la fois sur l'objet de la conversation, sur ses processus cognitifs et sur l'organisation de la conversation. Certains travaux ont alors porté sur le regard robotique, en minimisant ses interactions avec l'individu afin de déterminer si une bonne gestion de ce regard pouvait mener à un anthropomorphisme plus important. En 2014, Andrist et al. [2] ont implémenté un système de détournement de regard sur un robot humanoïde pour étudier l'effet de ce détournement intentionnel. Ils ont évalué ce système en comparant trois conditions : un robot à regard fixe, un robot avec détournement de regard avec un *timing* correspondant à celui d'un être humain et un robot capable de détourner le regard mais avec un mauvais *timing*, le robot regardant le participant au moment où il ne faut pas et inversement. Les participants ont jugé positivement le caractère créatif et réfléchi de la réponse lorsque le regard correspondait à celui attendu. L'adéquation du comportement du robot à ce qui est attendu du vivant a donc permis de lui inférer des capacités cognitives et sociales supérieures. Le regard permet donc une modulation de l'anthropomorphisme du robot. Des différences entre un regard humain et un regard robotique peuvent toutefois être notées. D'un point de vue purement matériel, le regard d'un robot peut être plus saillant et se remarquer plus facilement que le regard d'un être humain [18], potentiellement à cause du bruit des moteurs utilisés.

Toutefois, un être humain peut utiliser le regard du robot dans une tâche coopérative d'interaction physique pour améliorer ses performances de la même manière qu'il est capable d'utiliser un regard humain [4, 17]. Ainsi, si au premier abord le regard d'un robot peut ne pas être pas considéré comme celui d'un humain, il peut être modulé pour que sa perception se rapproche de celui d'un humain et ainsi modifier l'intensité de son anthropomorphisation.

Finalement, tout comme l'effet de présence humaine est sensible à plusieurs éléments, différents facteurs propres au robot comme son genre, sa personnalité ou son comportement peuvent moduler son effet de présence. Il ne faut toutefois pas oublier que la présence n'est pas uniquement soumise aux variations de facteurs propres aux robots mais également à l'environnement ou à l'individu concerné.

4 FACTEURS DE VARIATION DE L'EFFET DE PRÉSENCE EXTERNES AU ROBOT

4.1 Hiérarchie et pression d'évaluation

La présence de congénères génère un effet dont la force diffère selon la fonction du statut hiérarchique de l'interlocuteur [i.e. 12]. Il pourrait en être de même pour les robots, avec des modulations de l'effet en fonction du statut attribué. Par ailleurs étroitement liée à la notion de hiérarchie, la pression d'évaluation joue un rôle dans cet effet. En 2018,

Spatola et al. [31] ont testé les différences entre les effets d'une interaction préalable froide et distante avec un robot et celles d'une interaction agréable avec le même robot. Dans leur étude, une interaction d'anthropomorphisation avec le robot avait d'abord lieu au cours de laquelle ce dernier leur répondait soit de façon amicale (« je pense d'ailleurs que nous pourrions devenir amis. ») comme réponse à une question à propos de l'amitié soit de façon non amicale (« Je n'apprécie pas l'amitié ») pour la même question). Leurs performances à une tâche cognitive ont montré que l'effet de présence sur les performances a été plus important avec un robot distant qu'avec un robot amical. La manière dont le robot interagit et le contenu de son discours peut donc changer la façon dont il est perçu et modifier l'effet de sa simple présence. Une interprétation possible pourrait être qu'un robot distant paraîtrait davantage compétent et capable de les juger, tandis qu'un robot amical se rapprocherait davantage d'un simple jouet. Une des théories concernant l'effet de présence repose sur l'idée que la pression d'évaluation est un élément nécessaire pour l'apparition de l'effet de présence [7]. Cette idée peut alors se retrouver avec une présence sociale robotique.

4.2 Genre du sujet

Ce sujet est largement traité dans le domaine de l'interaction humain-machine [39], le genre est un facteur pouvant potentiellement moduler les interactions mais également l'intensité de l'effet de présence. En effet, il a été montré que l'effet de présence est sensible à une interaction entre le genre du sujet et celui du congénère. Par exemple, les femmes avaient de meilleures performances dans des tâches informatiques lorsqu'elles faisaient face à une audience féminine plutôt que seule ou face à une audience masculine [5, 27]. Il est alors possible de faire l'hypothèse que la présence robotique serait également modulée par le genre des interlocuteurs de la même manière que la présence humaine. Dans une étude portant sur une demande de dons [29], les hommes ont donné davantage à un robot féminin alors que les femmes n'avaient pas montré de différence. Ces résultats montrent qu'il existe une interaction croisée entre le genre de l'individu et le genre du robot. Par ailleurs, une étude de Schermerhorn et al. [28] de 2008 a mis en évidence le fait que les hommes auraient tendance à considérer les robots comme des êtres humains contrairement aux femmes qui les considéreraient davantage comme des machines, qui leur attribueraient donc une dimension sociale moins développée. Les hommes ont également eu de moins bonnes performances pour des tâches complexes d'arithmétique en présence de robot que seul, ce qui pourrait signifier qu'un effet de présence a bien eu lieu, alors que pour les femmes les performances sont restées inchangées. Il est toutefois intéressant de noter que les participants de cette expérience proviennent soit de filière d'ingénierie soit de psychologie, les différences de comportement pourraient donc aussi provenir d'autres facteurs tel que les études suivies ou des différences de familiarités avec les technologies.

4.3 Familiarité avec la machine

Différents facteurs interindividuels peuvent aussi être pris en compte dans les interactions humains-robots, comme les compétences techniques ou l'enthousiasme pour les nouvelles technologies [20]. Le curriculum éducatif peut notamment avoir une influence sur les jugements de valeur. Nomura and Takagi [21] ont ainsi montré que des étudiants en sciences naturelles et technologies ont jugé un robot humanoïde comme étant plus poli et plus sûr de lui que des étudiants en sciences sociales. De plus, il n'est pas encore commun de côtoyer quotidiennement des robots humanoïdes et la simple présence de ce dernier peut avoir un effet de nouveauté sur des individus qui ne sont pas habitués à vivre avec ou tout simplement d'en voir [1, 14]. Cet effet de nouveauté peut alors capturer des ressources attentionnelles et ainsi modifier les capacités cognitives, sans que ce ne soit l'aspect social qui importe. L'aspect culturel peut également être pris en compte. Plusieurs études ont montré que différentes cultures peuvent mener à des attitudes différentes envers les robots et d'autres agents conversationnels [3, 15].

TABLE 1. exemples de facteurs pouvant entraîner des variations de l'effet de présence d'un robot

Type de facteur	Facteur	Exemple d'impact lié au facteur sur l'effet de présence ou la perception du robot
Interne au robot	Genre du robot	Des robots féminisés ont été plus persuasifs en récoltant davantage de dons monétaires que leurs homologues masculins [29]
	Personnalité du robot	Des robots perçus comme extravertis ont été davantage appréciés que des introvertis [26]
	Regard	L'utilisation du regard d'un robot dans une tâche coopérative a mené à une amélioration des performances similaire à l'utilisation d'un regard humain [4, 17]
Externe au robot	Genre du sujet	Des hommes ont eu de moins bonnes performances pour des tâches complexes d'arithmétique en présence d'un robot que seul alors que des femmes ont eu des performances inchangées face au robot [28].
	Hierarchie et pression d'évaluation	L'effet de présence peut être plus important en présence d'un congénère hiérarchiquement supérieur [i.e. 12], la place hiérarchique du robot peut alors entraîner des variations d'effets.
	Familiarité avec la machine	L'effet de nouveauté de la présence robotique pourrait capturer des ressources attentionnelles et ainsi modifier les capacités cognitives [1, 14]
	Curriculum éducatif	Des étudiants en sciences naturelles et technologies ont jugé un robot comme étant plus poli et plus sûr de lui que ne l'ont jugé des étudiants en sciences sociales [21]
	Culture	Différentes cultures peuvent mener à des attitudes différentes envers les robots et d'autres agents conversationnels [3, 15]

5 CONCLUSIONS

L'effet de présence sociale est un mécanisme qui conduit les individus à une amélioration de leurs performances lors de tâches simples ou bien apprises et à une détérioration lors de tâches complexes ou mal apprises lorsqu'un congénère est présent. Si la recherche en psychologie sociale a largement étudié le sujet, les mécanismes de cet effet ne sont pas encore totalement connus et plusieurs études montrent que les pseudo-congénères tels que les robots humanoïdes mèneraient à un effet de présence sociale au même titre qu'un congénère.

Les robots, humanoïdes ou non, représentent aujourd'hui un aspect important des nouvelles technologies et pourraient être utilisés au quotidien : au domicile, au travail ou à l'école. Il est donc intéressant de connaître et comprendre leur influence sur le système cognitif humain afin que leurs utilisations soient optimales. La simple présence robotique peut ainsi impacter certaines fonctions humaines comme les capacités numériques ou l'inhibition cognitive de façon similaire à la présence d'un autre être humain [25, 31]. Toutefois, si l'effet de présence robotique a pu être mis en évidence, le niveau d'impact de la présence sociale reste très modulable et de nombreux facteurs peuvent être pris en compte pour en comprendre pleinement les mécanismes. Il reste encore des points à éclaircir, tels que les différents contextes favorisant cet effet (évaluatif ou non, par exemple) ou les modalités de présentation du robot qui en modifient sa perception dans le cercle social comme l'apparence ou le comportement du robot. **Pour pouvoir permettre une meilleure compréhension de ces mécanismes, il est important de les connaître et d'en tenir compte, à la fois pour la recherche dans le domaine de la robotique et des interactions humains-machines, mais aussi pour l'utilisation quotidienne, l'acceptabilité et l'intégration dans la société de ces nouveaux agents sociaux.**

Souvenons-nous que l'étude de certaines machines a déjà permis des avancées dans la compréhension de l'être humain [11], telle que la création d'un automate joueur de flûte par Vaucanson qui l'a mené à une meilleure compréhension de la physiologie de la respiration humaine en mettant en évidence les mécanismes nécessaires pour ce processus. De façon similaire, l'étude de l'effet de présence robotique pourrait *in fine* faire avancer la recherche sur l'effet de présence humaine en permettant de donner un cadre expérimental rigoureux et fiable, là où la présence humaine peut être sujette à des variations difficilement régulables (comme les mouvements des yeux ou la respiration).

RÉFÉRENCES

- [1] Abubshait, A., Beatty, P. J., McDonald, C., Hassall, C. D., Krigolson, O., and Wiese, E. (2020). A win-win situation : Does familiarity with a social robot modulate feedback monitoring and learning?
- [2] Andrist, S., Tan, X. Z., Gleicher, M., and Mutlu, B. (2014). Conversational gaze aversion for humanlike robots. In *2014 9th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)*, pages 25–32. IEEE.
- [3] Bartneck, C., Suzuki, T., Kanda, T., and Nomura, T. (2007). The influence of people's culture and prior experiences with aibo on their attitude towards robots. *Ai & Society*, 21(1-2) :217–230.
- [4] Boucher, J.-D., Pattacini, U., Lelong, A., Bailly, G., Elisei, F., Fagel, S., Dominey, P. F., and Ventre-Dominey, J. (2012). I reach faster when i see you look : gaze effects in human-human and human-robot face-to-face cooperation. *Frontiers in neurobotics*, 6 :3.
- [5] Corston, R. and Colman, A. M. (1996). Gender and social facilitation effects on computer competence and attitudes toward computers. *Journal of educational computing research*, 14(2) :171–183.
- [6] Costa Jr, P. T. and McCrae, R. R. (1990). Personality disorders and the five-factor model of personality. *Journal of personality disorders*, 4(4) :362–371.
- [7] Cottrell, N. B. (1972). Social facilitation. *Experimental social psychology*, 185 :236.
- [8] De Castro, J. M. (1994). Family and friends produce greater social facilitation of food intake than other companions. *Physiology & behavior*, 56(3) :445–455.
- [9] Eagly, A. H. (1983). Gender and social influence : A social psychological analysis. *American Psychologist*, 38(9) :971.
- [10] Feine, J., Gnewuch, U., Morana, S., and Maedche, A. (2019). Gender bias in chatbot design. In *International Workshop on Chatbot Research and Design*, pages 79–93. Springer.
- [11] Heudin, J.-C. (2010). Les créatures artificielles au siècle des lumières : Jacques de Vaucanson le précurseur. *Artificial Creatures in the Century of Enlightenment : Jacques de Vaucanson the Precursor*, in *La fabrique du corps humain : La machine model du vivant [The Factory of the Human Body : The Machine as a Model of the Living Body](Grenoble : MSH-Alpes, 2010)*, pages 81–91.
- [12] Huguet, P., Barbet, I., Belletier, C., Monteil, J.-M., and Fagot, J. (2014). Cognitive control under social influence in baboons. *Journal of Experimental Psychology : General*, 143(6) :2067.
- [13] Kiesler, S., Powers, A., Fussell, S. R., and Torrey, C. (2008). Anthropomorphic interactions with a robot and robot-like agent. *Social Cognition*, 26(2) :169–181.
- [14] Koay, K. L., Syrdal, D. S., Walters, M. L., and Dautenhahn, K. (2007). Living with robots : Investigating the habituation effect in participants' preferences during a longitudinal human-robot interaction study. In *RO-MAN 2007-The 16th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, pages 564–569. IEEE.
- [15] Li, D., Rau, P. P., and Li, Y. (2010). A cross-cultural study : Effect of robot appearance and task. *International Journal of Social Robotics*, 2(2) :175–186.
- [16] Li, J. (2015). The benefit of being physically present : A survey of experimental works comparing copresent robots, telepresent robots and virtual agents. *International Journal of Human-Computer Studies*, 77 :23–37.
- [17] Mutlu, B., Forlizzi, J., and Hodgins, J. (2006). A storytelling robot : Modeling and evaluation of human-like gaze behavior. In *2006 6th IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots*, pages 518–523. IEEE.
- [18] Mwangi, E., Barakova, E. I., Diaz-Boladeras, M., Mallofré, A. C., and Rauterberg, M. (2018). Directing attention through gaze hints improves task solving in human-humanoid interaction. *International Journal of Social Robotics*, 10(3) :343–355.
- [19] Niculescu, A., Hofs, D., Van Dijk, B., and Nijholt, A. (2010). How the agent's gender influence users' evaluation of a qa system. In *2010 International Conference on User Science and Engineering (i-USER)*, pages 16–20. IEEE.
- [20] Nitsch, V. and Glassen, T. (2015). Investigating the effects of robot behavior and attitude towards technology on social human-robot interactions. In *2015 24th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN)*, pages 535–540. IEEE.
- [21] Nomura, T. and Takagi, S. (2011). Exploring effects of educational backgrounds and gender in human-robot interaction. In *2011 International conference on user science and engineering (i-user)*, pages 24–29. IEEE.
- [22] Parise, S., Kiesler, S., Sproull, L., and Waters, K. (1999). Cooperating with life-like interface agents. *Computers in human behavior*, 15(2) :123–142.
- [23] Park, S. and Catrambone, R. (2007). Social facilitation effects of virtual humans. *Human factors*, 49(6) :1054–1060.
- [24] Rajecki, D., Ickes, W., Corcoran, C., and Lerner, K. (1977). Social facilitation of human performance : Mere presence effects. *The Journal of Social Psychology*, 102(2) :297–310.

- [25] Riether, N., Hegel, F., Wrede, B., and Horstmann, G. (2012). Social facilitation with social robots? In *2012 7th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)*, pages 41–47. IEEE.
- [26] Robert, L., Alahmad, R., Esterwood, C., Kim, S., You, S., and Zhang, Q. (2020). A review of personality in human–robot interactions. Available at SSRN 3528496.
- [27] Robinson-Staveley, K. and Cooper, J. (1990). Mere presence, gender, and reactions to computers : Studying human-computer interaction in the social context. *Journal of Experimental Social Psychology*, 26(2) :168–183.
- [28] Schermerhorn, P., Scheutz, M., and Crowell, C. R. (2008). Robot social presence and gender : Do females view robots differently than males? In *Proceedings of the 3rd ACM/IEEE international conference on Human robot interaction*, pages 263–270.
- [29] Siegel, M., Breazeal, C., and Norton, M. I. (2009). Persuasive robotics : The influence of robot gender on human behavior. In *2009 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, pages 2563–2568. IEEE.
- [30] Spatola, N., Belletier, C., Chausse, P., Augustinova, M., Normand, A., Barra, V., Ferrand, L., and Huguet, P. (2019). Improved cognitive control in presence of anthropomorphized robots. *International Journal of Social Robotics*, 11(3) :463–476.
- [31] Spatola, N., Belletier, C., Normand, A., Chausse, P., Monceau, S., Augustinova, M., Barra, V., Huguet, P., and Ferrand, L. (2018). Not as bad as it seems : When the presence of a threatening humanoid robot improves human performance. *Science Robotics*, 3(21) :eaat5843.
- [32] Stenzel, A., Dolk, T., Colzato, L. S., Sellaro, R., Hommel, B., and Liepelt, R. (2014). The joint simon effect depends on perceived agency, but not intentionality, of the alternative action. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8 :595.
- [33] Tapus, A., Tapus, C., and Mataric, M. J. (2009). The use of socially assistive robots in the design of intelligent cognitive therapies for people with dementia. In *2009 IEEE international conference on rehabilitation robotics*, pages 924–929. IEEE.
- [34] Tay, B., Jung, Y., and Park, T. (2014). When stereotypes meet robots : the double-edge sword of robot gender and personality in human–robot interaction. *Computers in Human Behavior*, 38 :75–84.
- [35] Uziel, L. (2007). Individual differences in the social facilitation effect : A review and meta-analysis. *Journal of Research in Personality*, 41(3) :579–601.
- [36] Wainer, J., Feil-Seifer, D. J., Shell, D. A., and Mataric, M. J. (2006). The role of physical embodiment in human-robot interaction. In *ROMAN 2006-The 15th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, pages 117–122. IEEE.
- [37] Wainer, J., Feil-Seifer, D. J., Shell, D. A., and Mataric, M. J. (2007). Embodiment and human-robot interaction : A task-based perspective. In *RO-MAN 2007-The 16th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, pages 872–877. IEEE.
- [38] Walker, J. H., Sproull, L., and Subramani, R. (1994). Using a human face in an interface. In *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems*, pages 85–91.
- [39] Wang, Y. and Young, J. E. (2014). Beyond “pink” and “blue” : gendered attitudes towards robots in society. *GenderIT 2014*.
- [40] West, M., Kraut, R., and Ei Chew, H. (2019). I’d blush if i could : closing gender divides in digital skills through education. Technical report, UNESCO.
- [41] Zajonc, R. B. (1965). Social facilitation. *Science*, 149(3681) :269–274.