

Repenser les pratiques d'enseignement et d'apprentissage par la robotique éducative : le cas du robot socio-émotionnel Buddy

Ismail Badache¹ Elisabeth Colombo²

(1) Aix-Marseille University, Université de Toulon, CNRS, LIS, Marseille, France

(2) L'odyssée d'Elise, 37, rue Chardon Lagache 75016, Paris, France

ismail.badache@univ-amu.fr, contact@elisabeth-colombo.fr

RÉSUMÉ

Cet article explore l'utilisation de **Buddy** dans un contexte éducatif et d'apprentissage, avec un focus particulier sur deux usages. Premièrement, à l'Institut National Supérieur du Professorat et de l'Éducation d'Aix-Marseille avec des étudiants futurs profs des écoles, collèges et lycées ainsi que des étudiants en ingénierie pédagogique numérique. Deuxièmement, dans un contexte spécifique comme médiateur artistique et émotionnel dans l'apprentissage de l'art. Cet article s'intéresse à la façon dont ce robot peut enrichir les pratiques pédagogiques en stimulant la créativité, l'interaction et l'accompagnement pédagogique et émotionnel des apprenants. **Buddy** peut agir comme médiateur entre l'apprenant et son environnement, en particulier dans les domaines de la narration, de l'art et de l'assistance informationnelle. Cette expérimentation du robot **Buddy**, met en lumière les possibilités de la robotique dans le développement de pratiques pédagogiques inclusives, où l'art et la technologie convergent pour favoriser l'apprentissage et la résilience émotionnelle. À travers ces expériences, le robot devient un catalyseur d'apprentissage et de réflexion, tout en ouvrant des perspectives pour une recherche interdisciplinaire impliquant l'ingénierie informatique, la psychologie et l'éducation. Les limites techniques actuelles de **Buddy**, loin d'être des obstacles, offrent des opportunités pour concevoir des scénarios pédagogiques visant à démythifier l'intelligence artificielle, en mettant en lumière ses biais et ses limitations.

ABSTRACT

Buddy : Rethinking Teaching and Learning Practices through Educational Robotics

This paper explores the use of **Buddy** in educational and learning contexts, focusing on two key uses. First, at the National Higher Institute of Teaching and Education in Aix-Marseille, with future teachers and digital pedagogy students. Second, as an emotional and artistic mediator in art learning. The paper examines how **Buddy** can enhance teaching practices by stimulating creativity, interaction, and emotional and educational support. Acting as a mediator between the learner and their environment, particularly in storytelling, art, and informational assistance, **Buddy** highlights the potential of robotics to develop inclusive pedagogical practices where art and technology converge to promote learning and emotional resilience. Through these experiments, **Buddy** serves as a learning catalyst, opening avenues for interdisciplinary research involving computer engineering, psychology, and education. The current technical limitations of **Buddy** offer opportunities to design educational scenarios that demystify artificial intelligence, shedding light on its biases and limitations.

MOTS-CLÉS : Robotique éducative et émotionnelle, Éducation artistique, IA, Pédagogie.

KEYWORDS: Educational and Emotional Robotics, Art education, AI, Pedagogy.

ARTICLE : **Accepté à IA-ÉDU@CORIA-TALN 2025.**

1 Introduction

Dans un contexte éducatif en pleine mutation, où l'expression émotionnelle et la créativité sont de plus en plus reconnues comme des compétences essentielles à développer chez les élèves (UNESCO, 2021), les approches traditionnelles peinent parfois à favoriser l'engagement, l'estime de soi et la résilience émotionnelle. À la croisée des arts, de la technologie et des sciences de l'éducation, la robotique émotionnelle émerge comme une piste prometteuse pour réconcilier innovation technopédagogique et humanisme éducatif.

Les robots sociaux comme **Buddy**, conçus pour interagir de manière affective et empathique, permettent d'envisager de nouvelles modalités d'enseignement, particulièrement adaptées aux enjeux de l'éducation artistique et socio-émotionnelle. En s'appuyant sur la capacité de ces artefacts technologiques à médiatiser l'expression personnelle et à stimuler des processus réflexifs, la robotique émotionnelle devient un levier pour renforcer l'autonomie affective, la communication interpersonnelle et l'intelligence émotionnelle des élèves.

Ce article s'inscrit dans une dynamique de recherche centrée sur l'intégration des technologies robotiques dans les dispositifs pédagogiques, en particulier dans le cadre de l'interaction homme-robot (IHR) appliquée à l'éducation. Il vise à analyser les usages pédagogiques du robot social **Buddy** à travers deux études préliminaires exploratoires distinctes mais complémentaires. L'approche adoptée s'inscrit dans une perspective interdisciplinaire mobilisant à la fois les sciences de l'éducation et l'informatique.

- ☛ **L'expérience 1**, centrée sur l'éducation artistique, mobilise **Buddy** comme compagnon de création et facilitateur de narration émotionnelle. À travers des activités artistiques intégrant l'expression corporelle, la voix et le dessin, les élèves sont invités à projeter leurs émotions et à construire une histoire avec le robot, en s'appuyant sur des mécanismes de reconnaissance affective et de feedback empathique.
- ☛ **L'expérience 2** prolonge cette démarche en intégrant **Buddy** dans des situations pédagogiques visant le développement de compétences socio-émotionnelles plus larges, notamment l'identification des émotions, la régulation affective et l'empathie, à travers des scénarios narratifs interactifs et des échanges simulés.

Ces deux expériences, bien que distinctes dans leur ancrage disciplinaire (artistique d'une part, socio-émotionnel et éducatif de l'autre), sont articulées autour d'une même hypothèse : le potentiel du robot **Buddy** à agir comme médiateur éducatif favorisant un environnement d'apprentissage bienveillant, expressif et propice au développement des élèves.

L'article s'organise en quatre temps complémentaires : il débute par une revue de littérature portant sur les apports de la robotique sociale et émotionnelle en éducation, en s'appuyant sur les travaux récents en sciences de l'éducation et en interaction homme-machine ; il présente ensuite en détail les deux expériences pédagogiques menées avec le robot **Buddy**, en décrivant leurs contextes, leurs objectifs et leurs dispositifs didactiques ; une analyse croisée des résultats permet ensuite d'identifier les effets observés sur l'engagement des élèves, la verbalisation émotionnelle et la coopération entre pairs ; enfin, une discussion met en perspective les apports, les limites et les perspectives de la robotique émotionnelle comme levier d'innovation éducative, en lien avec les enjeux contemporains d'une éducation plus inclusive, expressive et empathique.

2 Les robots en éducation : une vue d'ensemble

Les robots connaissent une adoption croissante dans l'utilisation des technologies multimédia, principalement en raison des avancées technologiques et de leur rôle de plus en plus central dans le domaine de l'éducation (Pachidis *et al.*, 2019). Un robot social/éducatif est un appareil autonome ou semi-autonome conçu pour interagir de manière significative avec les humains/apprenants. Grâce à l'intelligence artificielle (IA) et aux algorithmes d'apprentissage automatique dont ces robots sont dotés, ils peuvent percevoir et réagir aux émotions (simulation), actions et signaux sociaux des individus. Ces robots sont souvent programmés pour imiter des caractéristiques humaines, telles que la voix, les gestes et les expressions faciales (Breazeal, 2004b). Selon plusieurs chercheurs, certains des effets comportementaux de ce type de robots en milieu scolaire expliquent diverses formes d'interaction homme-robot. Ainsi, des robots avec des fonctionnalités spécifiques pourraient être employés comme outils pédagogiques pour initier les élèves aux technologies (Tang & Chu, 2022).

Les robots sociaux, à la différence des robots éducatifs classiques, possèdent la capacité d'interpréter et d'exprimer des émotions simulées, ce qui leur confère un potentiel transformateur dans les contextes éducatifs. Leur introduction en milieu scolaire est susceptible de modifier les pratiques pédagogiques, de favoriser des approches d'enseignement personnalisées, d'influer sur les résultats d'apprentissage et de redéfinir le rôle de l'enseignant. En tant qu'entités sociales, ils reposent sur les avancées de l'IA et de l'interaction homme-machine, intégrant une interface sociale qui, conjuguée à leur apparence anthropomorphe et à leur fonction relationnelle, les rend perçus comme des agents sociaux à part entière (Hegel *et al.*, 2009).

Dotés d'une aptitude à interagir socialement, ces robots peuvent établir des communications, apprendre et s'adapter à leurs interlocuteurs humains ou artificiels (Breazeal, 2004a; Fong *et al.*, 2003). Pour favoriser leur acceptation et leur déploiement à plus grande échelle, il est essentiel de comprendre ces dynamiques interactionnelles (Hegel *et al.*, 2009). Leur conception anthropomorphique met en avant leur intelligence émotionnelle, leurs compétences socio-cognitives, leur capacité d'incarnation physique et leur orientation vers des échanges interpersonnels riches et significatifs (Breazeal *et al.*, 2016).

En tant qu'agents affectifs, les robots sociaux sont capables de détecter et de manifester des variations émotionnelles, affichant des compétences sociales avancées, une réceptivité aux signaux sociaux et une sociabilité marquée (Kirby *et al.*, 2010; Breazeal, 2003). De ce fait, l'analyse de la qualité de leur engagement avec les usagers devient une nécessité pour mesurer leur impact réel (Anzalone *et al.*, 2015).

Ces caractéristiques font des robots sociaux des candidats sérieux pour une intégration efficace non seulement dans les systèmes éducatifs, mais également dans d'autres domaines d'application (Leite *et al.*, 2013). Cependant, face à la multiplicité des modèles existants (Nao, Buddy, Pepper, Haru, Qtrobot, Kebbi, etc.), aux fonctionnalités diverses, le choix du robot le plus pertinent pour chaque contexte d'apprentissage doit être effectué avec rigueur (Mahdi *et al.*, 2022).

Contrairement aux technologies éducatives dématérialisées, les robots sociaux se distinguent par leur présence physique, laquelle joue un rôle déterminant dans l'augmentation des performances scolaires, notamment sur les plans affectif et cognitif, en particulier lorsqu'ils endossent le rôle de tuteurs ou de pairs d'apprentissage (Belpaeme *et al.*, 2018). Lorsqu'ils sont assignés à des tâches ciblées, leurs effets pédagogiques peuvent se révéler comparables à ceux observés avec des enseignants humains (Belpaeme *et al.*, 2018; Woo *et al.*, 2021).

Dans cette perspective, il apparaît crucial de porter une attention particulière aux comportements sociaux de ces dispositifs et à la manière dont ils interagissent avec les différents acteurs de l'éducation (van den Berghe *et al.*, 2019). Cette dimension prend une importance encore plus grande dans le cadre de l'éducation spécialisée.

Les robots sociaux peuvent ainsi devenir de véritables partenaires pédagogiques, aussi bien dans des contextes d'apprentissage formels qu'informels (Johal, 2020), avec des bénéfices identifiés tant pour les élèves que pour les enseignants (Smakman *et al.*, 2021). Ces derniers manifestent d'ailleurs des perceptions globalement favorables à leur égard.

Néanmoins, plusieurs enjeux doivent être anticipés avant une intégration généralisée de ces dispositifs dans les environnements éducatifs : enjeux éthiques et moraux (Smakman *et al.*, 2021), mais aussi défis techniques, organisationnels et économiques (Belpaeme & Tanaka, 2021). Par conséquent, il importe de tempérer les attentes parfois exagérément optimistes quant à leur potentiel disruptif dans l'enseignement. Il conviendrait plutôt d'élaborer des cadres de référence solides et des lignes directrices précises pour guider leur conception et leur intégration pédagogique (Mahdi *et al.*, 2022; Woo *et al.*, 2021), de renforcer la robustesse et la standardisation de leurs composantes matérielles et logicielles (Pachidis *et al.*, 2019), et d'analyser de manière rigoureuse les effets concrets de leur usage sur les processus d'enseignement et d'apprentissage (Barakova *et al.*, 2023).

3 C'est quoi Buddy ?

Buddy est un robot social développé par *Blue Frog Robotics*¹ (voir la figure 1), une entreprise française basée à Paris. Son objectif principal est d'être un robot de compagnie amical pour toute la famille. Il est conçu comme un nouveau type de partenaire, se situant à mi-chemin entre l'interaction humain-animal et l'interaction humain-humain. L'accent est mis sur une communication intuitive et naturelle avec l'utilisateur (Milliez, 2018).



FIGURE 1 – Vues sous différents angles du robot **Buddy**

1. <https://www.bluefrogrobotics.com/fr/>

TABLE 1 – Caractéristiques générales du robot **Buddy**

Spécification	Valeur
Dimensions (Hauteur x Largeur x Profondeur)	560 mm x 350 mm x 350 mm
Poids	8 kg
Batterie	Lithium-Ion < 100 Wh

TABLE 2 – Composants et fonctionnalités du robot **Buddy**

N°	Composant/Fonctionnalité	Description	Utilité principale
1	Écran tactile 8"	Interface graphique pour interaction utilisateur	Affichage, navigation, expression faciale
2	LEDs + connecteurs d'accessoires (x2)	Éclairage + ports d'extension	Signaux visuels, ajout de périphériques
3	LED cœur	LED expressive au centre du torse	Communication émotionnelle non verbale
4	Haut-parleur	Sortie audio	Voix, alertes, musique
5	Capteurs à ultrasons (x2)	Capteurs de distance à moyenne portée	Évitement d'obstacles
6	Capteurs infrarouge (x4)	Capteurs de proximité à courte portée	Navigation, sécurité
7	Caméra 13 Mpx (80°)	Caméra frontale à champ moyen	Reconnaissance faciale, interactions
8	LED d'éclairage	Éclairage frontal	Amélioration des prises de vue
9	Caméra 13 Mpx (130°)	Caméra à grand angle	Vision large, cartographie
10	Capteurs tactiles (x6)	Capteurs répartis sur le corps	Réactions au toucher
11	Microphones omnidirectionnels	Microphones captant les sons à 360°	Reconnaissance vocale, communication
12	Capteurs de vide infrarouge (x7)	Détecteurs de vide sous le robot	Prévention des chutes (escaliers, rebords)
13	Interrupteur On/Off	Bouton d'alimentation	Démarrage/arrêt du robot
14	Connecteurs d'alimentation	Port pour recharge manuelle	Recharge de la batterie
15	Connecteurs de recharge	Connexions station de recharge	Recharge automatique
16	Slot Nano SIM (4G)	Emplacement carte SIM	Connexion mobile (Internet, téléphonie)
17	Port USB	Connectique standard	Mise à jour, accessoires
18	LED état caméra	Indicateur d'activité caméra arrière	Respect de la vie privée

Ci-dessous les caractéristiques de **Buddy** (Milliez, 2018) :

- ☑ Il mesure 56 centimètres (plus de détails sur le tableau 1) et présente un design attrayant avec une face anthropomorphe capable d'exprimer des réactions émotionnelles. Sa taille et son comportement évoquent ceux d'un animal de compagnie, ce qui renforce son accessibilité et son attrait affectif. L'ensemble de son apparence est conçu spécifiquement pour favoriser l'interaction humain-robot (HRI).

- ✔ Il est conçu pour être un compagnon pour toute la famille, en proposant un type d'interaction, situé à mi-chemin entre la relation humain-animal et humain-humain. Par ailleurs, il se veut également un outil au service de la recherche et de l'éducation, notamment grâce à un SDK dédié permettant son exploitation dans des contextes pédagogiques et scientifiques.
- ✔ Il a un comportement proactif, il peut rechercher activement un utilisateur dans son environnement et proposer des activités, ce qui renforce son rôle d'interlocuteur social et engageant.
- ✔ Il intègre des fonctions avancées de navigation et de détection de l'environnement grâce à divers capteurs (voir le tableau 2 ci-dessous), notamment un capteur Time Of Flight, des ultrasons, une caméra 3D et des capteurs de sol. Ces dispositifs lui permettent d'éviter les obstacles et les chutes, assurant ainsi des déplacements en toute sécurité dans son environnement.
- ✔ Il prend en charge une interaction multimodale avec l'utilisateur. Il est capable de traiter le langage naturel, en comprenant et en générant des énoncés pour faciliter une communication fluide. Grâce à ses micros, il peut également écouter et réagir aux commandes vocales. Enfin, il répond au toucher par l'intermédiaire de son écran tactile et de ses capteurs de caresse, permettant ainsi une interaction physique intuitive et affective.
- ✔ Il est doté d'une capacité d'expression émotionnelle qu'il manifeste à travers sa face expressive, l'utilisation de LEDs colorées, de moteurs, de sons et de sa voix de synthèse, renforçant ainsi la dimension affective de l'interaction. En parallèle, il assure la gestion d'un état interne, composé de désirs et d'émotions, qui évolue en fonction des stimuli de l'environnement et des interactions passées. Cet état influence directement ses comportements, tant sur le fond que sur la forme des actions qu'il entreprend.
- ✔ Il constitue une plateforme évolutive et collaborative, accessible via un App Store ouvert à la communauté. Il propose une variété d'applications adaptées aux besoins des différents membres de la famille. Pour les enfants, il offre des contenus d'éducation, tels que des jeux de mémoire ou de calcul. Pour les adultes, il intègre des outils utilitaires comme un contrôleur d'objets connectés (IoT), des services de météo ou de visioconférence. De cette manière, **Buddy** s'affirme comme un compagnon polyvalent au service de tous.
- ✔ Il est livré avec un kit de développement logiciel (SDK) intuitif, basé anciennement sur le moteur de jeu Unity, qui permet aux développeurs d'accéder à l'ensemble des composants matériels et logiciels du robot. Ce SDK inclut actuellement des fonctions de haut niveau essentielles à l'interaction humain-robot (HRI), telles que la navigation autonome, l'affichage de comportements émotionnels, la gestion de l'interface graphique et la gestion des dialogues, facilitant ainsi la création d'applications personnalisées et riches en interactions.

4 Scénarios expérientiels avec buddy

Cette section présente deux expériences d'usage du robot **Buddy**. La première s'inscrit dans le cadre de l'éducation artistique, tandis que la seconde porte sur sa découverte et sa mise en œuvre à l'INSPE d'Aix-Marseille Université.

4.1 Expérience 1 : Éducation artistique

L'expérience avec **Buddy** dans le cadre de l'éducation artistique concerne deux scénarios développés pour explorer les capacités de **Buddy** à agir en tant que médiateur artistique, support de créativité et d'expression émotionnelle, ainsi qu'acteur de narration poétique. Ces 2 scénarios sont détaillés ci-dessous :

L'émotion partagée : de l'interprétation à l'expression

Ce scénario propose une exploration progressive de l'émotion, de la réception à la création. Dans un premier temps, des œuvres visuelles issues du travail artistique de l'auteure sont présentées. Pour chacune, **Buddy** est invité à formuler une interprétation sensible : « *Je vois du courage dans ce bleu profond...Et vous, qu'en pensez-vous ?* ». Les enfants ou participant-e-s réagissent à leur tour : à l'oral, par un mot, un dessin ou une couleur. Ce dialogue entre les émotions projetées du robot, celles ressenties par les participant-e-s, et l'intention artistique de l'auteure sert de tremplin à une deuxième phase, plus introspective : **Buddy** invite chacun à exprimer une émotion personnelle à travers une œuvre libre, en posant des questions simples et bienveillantes : « *Qu'est-ce que tu ressens aujourd'hui ? Dessine-le pour moi.* » **Buddy** accueille chaque production sans jugement, reformule parfois avec douceur (« *Tu veux dire que cette ombre te rend triste ?* »), et crée un cadre sécurisant pour l'expression de soi. Ce scénario renforce la verbalisation émotionnelle, l'écoute de l'autre, l'estime de soi et la créativité, en s'appuyant sur le rôle médiateur du robot comme **interprète sensible, miroir partiel, et facilitateur émotionnel**.

Narration symbolique : les murmures de Buddy

Inspiré de la série artistique de l'auteure, ce scénario met en scène **Buddy** dans un récit illustré aux côtés d'une Guerrière Écarlate, figure de résilience née de l'adversité. Chaque épisode aborde une émotion ou une lutte intérieure (solitude, doute, espoir), à travers une narration poétique et une interaction robotisée. Les élèves ou participant-e-s sont invités à créer une œuvre en lien avec le thème, tandis que **Buddy** commente, questionne ou réagit à l'émotion exprimée. Ce scénario croise storytelling, art et IA dans une pédagogie de la reconstruction et de l'introspection symbolique. Il illustre le potentiel du robot comme acteur poétique et médiateur symbolique, au service d'une pédagogie sensible et inclusive.

Les ateliers visant à dérouler les deux scénarios ont été menés dans un cadre artistique ouvert, destiné à des enfants âgés de 7 à 10 ans, ainsi que dans des contextes de médiation sensible auprès de publics inhibés. Le robot **Buddy** y était configuré pour alterner entre des comportements expressifs, des formulations empathiques et des postures symboliques inspirées du récit de la *Guerrière Écarlate*.

4.1.1 Quels usages artistiques ciblés ?

En mobilisant **Buddy** dans l'apprentissage, on peut renouer avec des approches pédagogiques actives et incarnées, proches de celles défendues par Seymour Papert² à travers le langage Logo (Papert, 1980). Là où un enfant donne un ordre abstrait à un curseur sur un écran, **Buddy** peut physiquement exécuter cet ordre, tout en le verbalisant : « *J'avance de 5 longueurs.* »

Ce type de médiation engage à la fois la mémoire verbale, la coordination motrice et la compréhension spatiale, tout en renforçant l'attention par la présence physique du robot.

Dans un contexte éducatif marqué par une préoccupation croissante pour la réduction du temps d'écran chez les enfants, **Buddy** offre une alternative crédible. Sa forme incarnée stimule les interactions orales, limite le recours aux interfaces numériques classiques, et favorise un engagement cognitif et émotionnel plus soutenu.

En cela, **Buddy** ne se contente pas d'être un outil interactif : il devient un interlocuteur pédagogique

2. https://fr.wikipedia.org/wiki/Seymour_Papert

hybride, capable de relier langage, action et perception dans une dynamique d'apprentissage ancrée dans le réel.

Ces scénarios (voir le tableau 3 ci-dessous) visent à développer des compétences artistiques, émotionnelles et réflexives. L'enjeu n'est pas seulement de produire une œuvre, mais de permettre une mise en mots ou en formes d'un ressenti, en s'appuyant sur l'intelligence émotionnelle simulée du robot.

TABLE 3 – Exemple de tableau pédagogique

Scénario	Compétences pédagogiques mobilisées	Modalités pédagogiques
L'émotion partagée : de l'interprétation à l'expression	Reconnaissance émotionnelle, verbalisation, écoute active, créativité	Analyse d'œuvres, interaction verbale/visuelle, expression libre
Narration symbolique : les murmures de Buddy	Narration, symbolique, introspection, construction de sens par l'art	Storytelling, création artistique inspirée, dialogue poétique

4.1.2 Résultats, discussion et limites

Les premiers retours issus des expérimentations avec **Buddy** mettent en évidence l'impact positif de son expressivité non verbale sur l'engagement des enfants, en particulier chez ceux présentant une réserve ou une difficulté à s'exprimer en contexte social. La capacité du robot à mobiliser des gestes expressifs, des postures corporelles cohérentes et des modulations de lumière ou de sons a contribué à instaurer un climat de confiance propice à la participation. Cette expressivité incarnée agit comme un levier d'engagement socio-émotionnel, facilitant l'identification des enfants au robot et stimulant ainsi leur implication dans les activités proposées (Belpaeme *et al.*, 2018).

Les scénarios narratifs mis en œuvre dans les séances ont par ailleurs favorisé une meilleure verbalisation émotionnelle, en offrant un cadre sécurisant et structuré pour l'expression de sentiments souvent difficiles à formuler. L'interaction avec **Buddy**, à travers des récits co-construits ou des jeux de rôle émotionnels, a permis de stimuler la créativité des enfants tout en leur offrant des opportunités d'explorer et de nommer leurs émotions, renforçant ainsi leurs compétences socio-affectives.

Comparée aux dispositifs numériques traditionnels tels que les tablettes ou les écrans, l'interaction avec un robot social doté de traits anthropomorphiques stylisés, comme **Buddy**, suscite un engagement émotionnel et cognitif distinct. En effet, le design de **Buddy**, avec son visage expressif, ses grands yeux et sa bouche animée évoquant un personnage de dessin animé, favorise une relation plus chaleureuse et accessible que celle permise par des interfaces plus abstraites ou par des robots humanoïdes réalistes, parfois perçus comme dérangement ou flippants en raison de l'*uncanny valley* (Mori *et al.*, 2012). Ce type d'anthropomorphisme stylisé, en s'éloignant d'une imitation fidèle de l'humain, permet de susciter l'empathie sans générer de malaise, tout en facilitant la reconnaissance des émotions et l'interprétation des intentions du robot.

Cependant, ces résultats encourageants doivent être nuancés par certaines limites. L'introduction d'un robot émotionnel dans un cadre éducatif artistique soulève des questions éthiques et pédagogiques, notamment en ce qui concerne l'authenticité des émotions exprimées et le risque d'attachement excessif au robot. Certains enfants pourraient développer des formes de projection émotionnelle sur **Buddy**, attribuant à celui-ci des intentions ou des sentiments qui dépassent ses capacités réelles, ce qui interroge la frontière entre relation éducative et relation affective avec un artefact technologique.

De plus, les mécanismes sous-jacents à cette interaction émotionnelle restent encore partiellement compris, nécessitant des recherches complémentaires pour en cerner les déterminants, la stabilité dans le temps et l'impact sur le développement émotionnel et social des enfants.

Enfin, il conviendrait d'approfondir la réflexion sur les effets à long terme de l'introduction de tels agents artificiels dans des pratiques éducatives, afin de ne pas surévaluer leur potentiel au détriment d'une approche critique et humaniste de la relation éducative. La technologie ne doit pas se substituer à l'humain, mais plutôt s'inscrire comme un outil médiateur au service de la pédagogie, de l'apprentissage et du développement global de l'enfant.

4.2 Expérience 2 : Apprendre avec Buddy à l'INSPE d'Aix-Marseille

L'expérience menée à l'INSPE d'Aix-Marseille ainsi que dans d'autres instances d'Aix-Marseille Université s'inscrit dans un cadre pédagogique visant à intégrer des technologies innovantes, telles que la robotique éducative, au sein des cursus destinés aux futurs professeurs des écoles, de collège et de lycée. Ce projet a également impliqué des ingénieurs pédagogiques et des élèves de lycées. L'objectif est d'explorer comment des robots comme **Buddy**, en combinaison avec des outils d'IA générative, peuvent enrichir les pratiques pédagogiques et faciliter l'apprentissage des compétences technologiques chez les étudiants et les élèves de manière interactive et engageante.

TABLE 4 – Répartition des participant-e-s à l'étude sur l'usage pédagogique de **Buddy**

Niveau	Nombre de participant-e-s
Lycéen.n.es	79
Étudiant.e.s de l'INSPE d'Aix-Marseille	59
Autres étudiant.e.s	23
Total	161 participant.e.s

Le tableau 4 ci-dessus présente la répartition des participant-e-s ayant pris part à l'étude observationnelle menée dans le cadre de l'analyse de l'usage pédagogique de **Buddy**, un agent conversationnel utilisé en contexte éducatif. Cette étude a mobilisé un échantillon diversifié composé de lycéen-ne-s, d'étudiant-e-s en formation initiale à l'INSPE d'Aix-Marseille, ainsi que d'autres étudiant-e-s issu-e-s de formations universitaires variées. La diversité des profils vise à permettre une analyse comparative des usages et perceptions de l'agent en fonction du niveau de formation des participant-e-s.

4.2.1 Quels usages pédagogiques ?

a. Prise de conscience technologique et conception de ressources pédagogiques. Un des premiers usages de **Buddy** a été d'aider les étudiants à prendre conscience du potentiel de la robotique éducative pour la conception de ressources pédagogiques. En manipulant **Buddy**, les étudiants ont pu imaginer des applications concrètes de la robotique dans l'enseignement des matières scientifiques, notamment en ce qui concerne le codage, la logique algorithmique, et la modélisation des systèmes.

b. Initiation des jeunes enfants au codage à travers un robot attractif. L'une des principales applications de **Buddy** dans cette expérience était d'initier les enfants au codage et au raisonnement (par exemple, tracer une trajectoire) dès le plus jeune âge. Le robot, avec son apparence inspirée des dessins animés et sa voix robotisée, est particulièrement adapté pour des enfants qui peuvent être intimidés par des robots à l'apparence trop réaliste. **Buddy** est conçu pour être à la fois rassurant et engageant, offrant une interface ludique permettant aux jeunes élèves de s'initier à des concepts complexes de manière progressive et divertissante.

c. Buddy comme assistant intelligent pour l'engagement des étudiants. **Buddy**, en intégrant un modèle de langage large (LLM), a également joué un rôle crucial en tant qu'assistant interactif pour les étudiants. En répondant à leurs questions de manière contextuelle et personnalisée, le robot a favorisé l'engagement, la motivation et la participation active des étudiants. Cette interaction, dynamique et basée sur la conversation, a permis de maintenir l'intérêt des étudiants tout au long des sessions d'apprentissage, tout en facilitant leur compréhension des concepts pédagogiques.

d. Démythification de l'IA et des limites de la technologie. Enfin, un aspect fondamental de l'utilisation de **Buddy** a été de mettre en lumière les limites techniques du robot et de l'IA, en expliquant les bases techniques d'un modèle de langage large (LLM). En effet, malgré les avancées technologiques, **Buddy** présente des lacunes qui rendent la robotique et l'IA accessibles à une analyse critique. Ces imperfections ont servi d'exemple concret pour illustrer les contraintes actuelles de l'IA, en particulier en matière de compréhension contextuelle, de capacités de raisonnement complexes et d'interactions authentiques.

4.2.2 Résultats, discussion et limites

Cette section propose une analyse des données préliminaires recueillies dans le cadre de l'étude d'observation sur l'utilisation du robot **Buddy** en contexte pédagogique. Les résultats sont présentés selon plusieurs critères afin de mettre en évidence les tendances observées et d'enrichir la compréhension des modalités d'usage de cet agent robotique par les différents publics concernés.

a. Facilité d'utilisation (71 %). Le fait que 71% des utilisateurs trouvent le robot facile à utiliser indique une adoption plutôt positive, mais il y a encore une marge d'amélioration. Ce chiffre suggère qu'une partie des utilisateurs pourrait rencontrer des difficultés, soit dans la prise en main, soit dans l'intégration du robot dans un environnement d'apprentissage. Il serait pertinent de réaliser des analyses qualitatives pour mieux comprendre les obstacles rencontrés par les utilisateurs.

b. Appréciation de la posture humanoïde et du visage expressif (92 %). Une très forte majorité des utilisateurs (92%) semble apprécier l'aspect humanoïde du robot ainsi que son visage expressif. Cette caractéristique pourrait jouer un rôle clé dans l'engagement émotionnel des apprenants, rendant le robot plus accessible et stimulant pour les interactions.

c. Fluidité de l'interaction vocale avec Buddy (57 %). Le score de 57% pour la fluidité de l'interaction vocale pourrait refléter certaines limitations dans la reconnaissance ou la génération de la parole par le robot. Une réévaluation de la qualité du micro et/ou du traitement du langage naturel (TLN) et de l'intelligibilité des réponses pourrait être nécessaire pour améliorer cette interaction.

d. Utile pour l'apprentissage des langues (88 %). Le robot semble avoir une grande valeur pédagogique dans l'enseignement des langues, avec 88% des utilisateurs considérant l'outil utile dans ce domaine. Cela peut être dû à la capacité du robot à pratiquer des conversations, corriger des erreurs de prononciation et offrir un retour immédiat.

e. Utile pour l'apprentissage du codage (79 %). Bien que légèrement inférieur, le score de 79% indique également une bonne utilité pour l'apprentissage du codage. **Buddy** pourrait être utilisé pour des activités telles que l'introduction aux concepts de programmation ou la simulation de certains processus informatiques dans des environnements interactifs.

f. Engagement des apprenants (93 %). Un taux d'engagement aussi élevé (93%) montre l'impact positif de l'outil en termes de motivation et d'interaction. L'usage de robots dans les classes semble jouer un rôle crucial dans la stimulation de l'attention et de la participation des étudiants.

g. Recommandation de la robotique dans les pratiques pédagogiques (86%). Le fait que 86% des répondants recommandent la robotique en pédagogie souligne l'efficacité perçue de cette approche innovante. L'intégration de la robotique en classe semble être bien reçue par les enseignants et les apprenants, probablement en raison de l'aspect ludique et interactif.

h. Activités avec Buddy. Les activités proposées, telles que l'outil conversationnel, la vérification de la prononciation, le feedback instantané, la traduction, et la communication avec des élèves allophones, montrent la polyvalence de **Buddy** dans divers contextes pédagogiques. De plus, l'inclusion des élèves éloignés (par exemple, hospitalisés) montre le potentiel de **Buddy** pour favoriser une inclusion éducative élargie avec un coût relativement acceptable mais une volonté institutionnelle est nécessaire.

i. Avis des élèves sur Buddy. Les élèves ont une perception de **Buddy** comme :

- Mignon et attractif : Ce côté ludique semble bien fonctionner pour attirer l'attention des élèves.
- Attachement émotionnel : L'aspect humanoïde et l'interaction affective contribuent probablement à un lien plus fort avec l'élève.
- Ludique et amusant : L'aspect de jeu est souvent un facteur important dans l'engagement des élèves, notamment pour ceux qui apprennent de manière plus pratique.
- Découverte du monde de la robotique et de l'IA : Les élèves peuvent être inspirés par l'opportunité d'interagir avec une technologie avancée, ce qui pourrait éveiller leur curiosité pour la robotique et l'intelligence artificielle.

Dans l'ensemble, les retours semblent indiquer que **Buddy** est un outil pédagogique prometteur, notamment pour l'apprentissage des langues et l'engagement des élèves. Cependant, il y a des domaines à améliorer, notamment la fluidité de l'interaction vocale et la facilité d'utilisation générale. L'approche centrée sur l'interaction ludique et émotionnelle semble jouer un rôle clé dans son efficacité, en particulier pour l'attachement des élèves et leur motivation.

À l'issue de cette étude, plusieurs recommandations peuvent être formulées en vue d'optimiser l'intégration pédagogique de **Buddy**. Tout d'abord, l'amélioration de l'interaction vocale constitue une priorité : le renforcement des performances de la reconnaissance vocale et de la qualité des réponses du robot permettrait de fluidifier les échanges et de limiter les obstacles à la communication. Par ailleurs, il apparaît essentiel de proposer des sessions de formation destinées aux enseignant-e-s, afin de les accompagner dans l'appropriation de l'outil et son intégration dans leurs pratiques pédagogiques. Enfin, une plus grande personnalisation des interactions et des activités proposées par **Buddy**, en fonction des besoins spécifiques des élèves, tels que le niveau de compétence ou les centres d'intérêt, contribuerait à renforcer la pertinence pédagogique de l'agent robotique.

5 Conclusion

L'exploration de l'intégration de robots comme **Buddy** dans les pratiques pédagogiques interroge autant qu'elle fascine. Si ces dispositifs, dépourvus d'émotions biologiques, ne peuvent prétendre à une authenticité affective, leur capacité à susciter des réponses émotionnelles et réflexives chez l'humain ouvre des perspectives éducatives inédites. En incarnant un médiateur technologique doté d'expressivité, **Buddy** transcende le statut d'outil fonctionnel pour devenir un catalyseur d'interactions, stimulant l'introspection, la créativité et le lien social. Son potentiel réside moins dans la simulation d'émotions que dans sa faculté à révéler, par contraste, la complexité et la richesse des dynamiques humaines.

Les limites techniques actuelles, telles que la répétitivité des expressions, rappellent que ces robots sont des partenaires en évolution, invitant à renforcer les collaborations entre ingénierie, sciences cognitives, arts et pédagogie. Loin de marginaliser le rôle de l'enseignant, cette technologie le recentre comme pilier éthique et créateur de sens, garantissant que l'usage de la machine reste ancré dans une finalité émancipatrice. En associant médiation artistique, réflexivité et cadre déontologique, **Buddy** illustre une vision de l'éducation où la technologie n'aliène pas, mais enrichit le dialogue entre l'élève, le formateur et l'IA générative enrichie par de multiples sources de données et confirmations issues de notre monde avec toutes ses dimensions (culturelles, politiques, etc.).

Cet article invite ainsi à repenser la pédagogie non comme un champ à automatiser, mais comme un espace de résonance où la machine, en miroir de nos émotions, interroge notre humanité et notre intelligence. L'enjeu n'est pas de rivaliser avec l'humain, mais de cultiver, à travers ces nouvelles interfaces, une relation éducative plus empathique, inclusive et consciente de ses propres enjeux. L'avenir de la robotique éducative se dessine alors dans cet équilibre exigeant : faire de la technologie un allié pour mieux célébrer ce qui nous rend irremplaçables, la rendre au service de l'enseignement, de l'apprentissage, de la pédagogie et pas l'inverse.

Références

- ANZALONE S. M., BOUCENNA S., IVALDI S. & CHETOUANI M. (2015). Evaluating the engagement with social robots. *International Journal of Social Robotics*, **7**, 465–478. DOI : [10.1007/s12369-015-0298-7](https://doi.org/10.1007/s12369-015-0298-7).
- BADACHE I. & BELLET P. (2024). Intelligence artificielle : usage pédagogique et esprit critique. In *16ème édition du colloque Interactions Multimodales Par ÉCran, IMPEC 2024*. <https://hal.science/hal-04659335v1>.
- BARAKOVA E., VÄÄNÄNEN K., KAIPAINEN K. & MARKOPOULOS P. (2023). Benefits, challenges and research recommendations for social robots in education and learning : A meta-review. In *2023 32nd IEEE International Conference on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN)*, p. 2555–2561. DOI : [10.1109/RO-MAN57019.2023.10309345](https://doi.org/10.1109/RO-MAN57019.2023.10309345).
- BELPAEME T., KENNEDY J., RAMACHANDRAN A., SCASSELLATI B. & TANAKA F. (2018). Social robots for education : A review. *Science Robotics*, **3**(21), eaat5954. DOI : [10.1126/scirobotics.aat5954](https://doi.org/10.1126/scirobotics.aat5954).
- BELPAEME T. & TANAKA F. (2021). Social robots as educators. In *OECD Digital Education Outlook 2021 : Pushing the Frontiers with Artificial Intelligence, Blockchain and Robots*, p. 143. OECD Publishing Paris. DOI : [10.1787/589b283f-en](https://doi.org/10.1787/589b283f-en).
- BREAZEL C. (2003). Toward sociable robots. *Robotics and Autonomous Systems*, **42**(3), 167–175. *Socially Interactive Robots*, DOI : [10.1016/S0921-8890\(02\)00373-1](https://doi.org/10.1016/S0921-8890(02)00373-1).
- BREAZEL C. (2004a). *Designing sociable robots*, In *Designing Sociable Robots*, p. 27–50. MIT press. <http://ieeexplore.ieee.org/document/6280040>.
- BREAZEL C. (2004b). Social interactions in HRI : the robot view. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)*, **34**(2), 181–186. DOI : [10.1109/TSMCC.2004.826268](https://doi.org/10.1109/TSMCC.2004.826268).
- BREAZEL C., DAUTENHAHN K. & KANDA T. (2016). *Social Robotics*, In B. SICILIANO & O. KHATIB, Éd., *Springer Handbook of Robotics*, p. 1935–1972. Springer International Publishing : Cham. DOI : [10.1007/978-3-319-32552-1_72](https://doi.org/10.1007/978-3-319-32552-1_72).

- FONG T., NOURBAKHSI I. & DAUTENHAHN K. (2003). A survey of socially interactive robots. *Robotics and Autonomous Systems*, **42**(3), 143–166. Socially Interactive Robots, DOI : [https://doi.org/10.1016/S0921-8890\(02\)00372-X](https://doi.org/10.1016/S0921-8890(02)00372-X).
- HEGEL F., MUHL C., WREDE B., HIELSCHER-FASTABEND M. & SAGERER G. (2009). Understanding social robots. In *2009 Second International Conferences on Advances in Computer-Human Interactions*, p. 169–174. DOI : [10.1109/ACHI.2009.51](https://doi.org/10.1109/ACHI.2009.51).
- JOHAL W. (2020). Research trends in social robots for learning. *Current Robotics Reports*, **1**(3), 75–83. DOI : [10.1007/s43154-020-00008-3](https://doi.org/10.1007/s43154-020-00008-3).
- KIRBY R., FORLIZZI J. & SIMMONS R. (2010). Affective social robots. *Robotics and Autonomous Systems*, **58**(3), 322–332. Towards Autonomous Robotic Systems 2009 : Intelligent, Autonomous Robotics in the UK, DOI : [10.1016/j.robot.2009.09.015](https://doi.org/10.1016/j.robot.2009.09.015).
- LEITE I., MARTINHO C. & PAIVA A. (2013). Social robots for long-term interaction : a survey. *International Journal of Social Robotics*, **5**, 291–308. DOI : [10.1007/s12369-013-0178-y](https://doi.org/10.1007/s12369-013-0178-y).
- MAHDI H., AKGUN S. A., SALEH S. & DAUTENHAHN K. (2022). A survey on the design and evolution of social robots — past, present and future. *Robotics and Autonomous Systems*, **156**, 104193. DOI : [10.1016/j.robot.2022.104193](https://doi.org/10.1016/j.robot.2022.104193).
- MILLIEZ G. (2018). Buddy : A companion robot for the whole family. In *Companion of the 2018 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, HRI '18*, p.40, New York, NY, USA : Association for Computing Machinery. DOI : [10.1145/3173386.3177839](https://doi.org/10.1145/3173386.3177839).
- MORI M., MACDORMAN K. F. & KAGEKI N. (2012). The uncanny valley [from the field]. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, **19**(2), 98–100. DOI : [10.1109/MRA.2012.2192811](https://doi.org/10.1109/MRA.2012.2192811).
- PACHIDIS T., VROCHIDOU E., KABURLASOS V. G., KOSTOVA S., BONKOVIĆ M. & PAPIĆ V. (2019). Social robotics in education : State-of-the-art and directions. In N. A. ASPRAGATHOS, P. N. KOUSTOUMPARDIS & V. C. MOULIANITIS, Éd.s., *Advances in Service and Industrial Robotics*, p. 689–700, Cham : Springer International Publishing. DOI : [10.1007/978-3-030-00232-9_72](https://doi.org/10.1007/978-3-030-00232-9_72).
- PAPERT S. (1980). *Mindstorms : children, computers, and powerful ideas*. USA : Basic Books, Inc. <https://dl.acm.org/doi/book/10.5555/1095592>.
- SMAKMAN M., VOGT P. & KONIJN E. A. (2021). Moral considerations on social robots in education : A multi-stakeholder perspective. *Computers & Education*, **174**, 104317. DOI : [10.1016/j.compedu.2021.104317](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104317).
- TANG X. & CHU J. (2022). Inclusive design : Task specified robots for elderly. *Advances in Education, Humanities and Social Science Research*, **1**(1), 82–82. DOI : [10.56028/aeHSSR.1.1.82](https://doi.org/10.56028/aeHSSR.1.1.82).
- UNESCO (2021). *Reimagining our futures together : A new social contract for education*. Paris : United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Report of the International Commission on the Futures of Education. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379381>.
- VAN DEN BERGHE R., VERHAGEN J., OUDGENOEG-PAZ O., VAN DER VEN S. & LESEMAN P. (2019). Social robots for language learning : A review. *Review of Educational Research*, **89**(2), 259–295. DOI : [10.3102/0034654318821286](https://doi.org/10.3102/0034654318821286).
- WOO H., LETENDRE G. K., PHAM-SHOUSE T. & XIONG Y. (2021). The use of social robots in classrooms : A review of field-based studies. *Educational Research Review*, **33**, 100388. DOI : [10.1016/j.edurev.2021.100388](https://doi.org/10.1016/j.edurev.2021.100388).