

Inclusion et robotique pédagogique dans la classe

Vergon Dartois Aurélie⁽¹⁾

Athias Francine⁽²⁾

⁽¹⁾ CREAD, Institution – France

⁽²⁾ ELLIADD, Université Marie et Louis Pasteur – France

Résumé

L'inclusion renvoie à l'obligation pour le système éducatif de garantir la réussite scolaire et la participation sociale de chaque élève, quelles que soient ses singularités. Nous formulons l'hypothèse selon laquelle l'utilisation des robots de sol peut accompagner les professeurs à adopter de telles pratiques pour soutenir la réussite de tous élèves dans l'acquisition de connaissances spatiales et algorithmiques, sous des conditions que nous essaierons de préciser. Notre recherche porte d'une part sur les analyses des pratiques de classe qui utilisent les robots de sol et d'autre part sur le collectif de professeurs et de chercheurs qui enquête sur ces pratiques. La puissance d'agir, réelle ou empêchée, nous permet de rendre compte de ce qui se passe.

Mots clés

Mots clés : robotique pédagogique ; ingénierie coopérative ; puissance d'agir ; connaissances spatiales.

Introduction

Nos domaines de recherche portent sur le travail coopératif avec des professeurs, sur des thèmes divers ; ici, nous allons parler de robotique pédagogique. Notre intervention s'inscrit dans l'axe 2 de cette journée d'étude « Interventions éducatives auprès de publics en situations de vulnérabilité », avec une proposition d'usage de situation de vulnérabilité, à savoir des situations dans lesquelles la puissance d'agir est empêchée au sein de la situation didactique, que ce soit au niveau des élèves, au niveau des professeurs ou au niveau des chercheurs.

Nous proposons un plan en quatre parties. La première partie concerne l'inclusion dans le système éducatif, en précisant la place du numérique. Nous présentons ensuite un état des lieux rapide de la robotique pédagogique ainsi que la description succincte de l'ingénierie coopérative, dans une deuxième partie. Puis nous décrivons notre étude en cours, dans le cadre

d'une ingénierie coopérative dans laquelle nous exposons des premiers résultats, avant de conclure.

Inclusion et numérique

La loi française du 11 février 2005 pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes en situation de handicap, introduit de nouvelles modalités de scolarisation pour les élèves en situation de handicap. La loi de refondation de l'école de la République de 2013 s'inscrit dans une perspective davantage inclusive, visant à prendre en compte la diversité des élèves au sein des établissements scolaires. Ces orientations ont été consolidées par la loi pour une école de la confiance en 2019, affirmant le principe selon lequel chaque élève doit avoir sa place dans le système éducatif. Ainsi, l'inclusion renvoie à l'obligation pour le système éducatif de garantir la réussite scolaire et la participation sociale de chaque élève, quelles que soient ses singularités (Ebersold, 2009). De plus, à l'échelle de l'institution scolaire, la diversité est ainsi envisagée non comme un obstacle, mais comme une ressource pouvant enrichir l'apprentissage de l'ensemble des élèves (Hyang Choi, 2016).

Par ailleurs, une volonté politique forte se manifeste en faveur du développement des usages des technologies numériques dans le système éducatif et plus largement d'une « éducation numérique ». Cette expression recouvre différentes réalités selon que l'on considère le numérique comme objet d'étude ou comme outil d'apprentissage (Douady, 1987). Dans le premier cas, il s'agit d'un domaine d'enseignement à part entière, illustré notamment par l'introduction de l'algorithmique dans l'enseignement des mathématiques et de la technologie dès l'école primaire. Dans le second cas, le numérique est utilisé comme support d'apprentissage, à travers l'exploitation de logiciels, d'applications ou d'outils technologiques tels que le tableau blanc interactif (TBI) pour faciliter l'acquisition de savoirs et de savoir-faire. Nous nous plaçons dans le premier cas : travailler l'algorithmique pour tous les élèves afin de donner à voir et à comprendre l'influence de l'homme sur les machines.

Les recherches mettent en évidence une relation entre les bénéfices perçus d'une « éducation numérique » et son impact sur la réussite scolaire dans une perspective inclusive (par exemple, Assude, 2019 ; Benoit & Feuilladieu, 2017). Cette observation conduit à envisager des usages du numérique comme un levier permettant d'améliorer les dispositifs d'inclusion (Ravestein et al., 2021). L'usage des technologies à destination des élèves à besoins éducatifs particuliers constitue un enjeu central, reconnu par des instances internationales (Benoit et al., 2017). Il s'agit d'interroger les conditions dans lesquelles ces outils facilitent l'accès aux savoirs et réduisent les obstacles à l'apprentissage, notamment pour les élèves en situation de handicap ou rencontrant des difficultés face à certaines situations scolaires et notamment à l'acquisition de certains savoirs.

Nos travaux s'inscrivent dans une réflexion sur l'accessibilité didactique (Assude et al., 2014), entendue comme l'ensemble des conditions (ressources, modalités d'enseignement, supports d'apprentissage...) permettant un accès équitable aux savoirs. La question du lien

entre numérique et accessibilité est alors abordée sous l'angle des usages en classe dans le développement de pratiques inclusives. Il ne s'agit pas de limiter cette réflexion à un type spécifique de handicap, mais bien de considérer toute pratique favorisant l'accessibilité des savoirs pour l'ensemble des élèves. Parmi les défis identifiés, la question des processus de genèse instrumentale (Rabardel, 1995) se pose de manière centrale. L'appropriation d'un outil numérique ne peut être laissée à la seule responsabilité de l'élève ; elle nécessite une médiation pédagogique de la part de l'enseignant afin d'éviter que des difficultés instrumentales ne deviennent des obstacles à l'apprentissage.

Cela implique non seulement de rendre les espaces scolaires accessibles, mais également de concevoir des situations d'enseignement-apprentissage favorisant l'accès aux savoirs et la réussite de tous les élèves (Assude et al., 2014; Perraud, 2022; Vilaine, 2022). Notre travail de recherche s'inscrit dans cette perspective et vise à concevoir de telles situations didactiques. Plus précisément, nous nous intéressons à l'utilisation d'un outil numérique, le robot de sol, comme support à l'acquisition de connaissances algorithmiques. Par connaissances algorithmiques, nous entendons des connaissances autour de la programmation.

Afin de concevoir ces situations d'apprentissage, nous nous inscrivons dans une démarche d'ingénierie coopérative (Sensevy, 2011; Sensevy et al., 2013; Lefeuvre, 2018; CDpE, 2019, 2024), impliquant une collaboration étroite entre chercheurs et enseignants dans l'élaboration et l'expérimentation de dispositifs didactiques.

Usage des robots de sol en ingénierie coopérative

L'usage des robots de sol

Dans le prolongement des premiers travaux de Papert (1981) sur l'apprentissage de la programmation avec la tortue Logo, et dans le contexte de la réintroduction de l'informatique dans les curricula de l'école primaire (Baron & Drot-Delange, 2016), l'utilisation de robots de sol programmables s'est progressivement développée comme un outil d'enseignement de la programmation en milieu scolaire.

L'intérêt pédagogique de ces objets manipulables et programmables pour l'initiation des jeunes élèves aux concepts fondamentaux de l'informatique a été démontré par plusieurs études (Benitti, 2012; Toh et al., 2016). Depuis une dizaine d'années, des recherches (Komis, 2012; Bellegarde et al., 2019; Grugier, 2021) ont mis en évidence la pertinence de la robotique pédagogique dès les premières années de scolarisation. Autrement dit, ici les robots de sol sont vus comme objet d'apprentissage de l'algorithmique, partie d'un ensemble plus large, la pensée informatique (Wing, 2006). L'apprentissage de la programmation à travers ces dispositifs favorise le développement de compétences cognitives essentielles, telles que la réflexion, l'observation et l'élaboration de stratégies de résolution de problèmes (Komis et al., 2017). La programmation de ces robots constitue à la fois une abstraction, par son inscription dans un langage formel, et une concrétisation des concepts informatiques, rendus visibles par les déplacements effectifs de l'objet programmé. Nous avons choisi d'utiliser les robots de sol de type bluebot, avec des flèches sur le dos (cf fig.1).

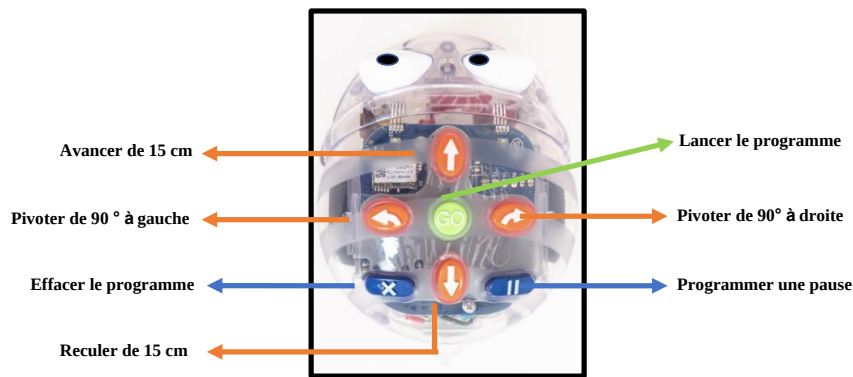


Figure 1. Le robot et son interface

Les touches permettent de programmer un déplacement. Une des raisons du choix de ce robot porte sur l'adéquation entre la flèche sur le dos et le déplacement effectif du robot. La flèche « avancer » représente le déplacement d'un pas vers l'avant. Pour que ce déplacement soit effectif, il faut traduire ce déplacement dans un programme que la machine peut comprendre. Autrement dit, on a un usage du robot de sol comme objet (pour l'informatique et l'apprentissage de la programmation). Mais dans le même temps, cet usage du robot de sol est aussi vu comme outil (pour l'apprentissage des connaissances spatiales) (Berthelot & Salin, 1992; Mari et al., 2022). Par connaissances spatiales nous entendons des connaissances autour du repérage dans l'espace (devant, derrière, à gauche, à droite), pour soi ou pour un autre (le robot). Le BlueBot suscite chez les élèves de la curiosité et les invite à s'engager dans une activité manipulatoire ludique (Nogry & Grugier, 2024). Les premières investigations conduisent les élèves à se confronter à des obstacles qui peuvent susciter incompréhensions et interrogations (le robot ne fait pas ce qu'on attend) et qui les conduisent à résoudre des problèmes (Athias, 2021). Pourtant des élèves restent en retrait, malgré l'apparente facilité (Bugmann & Karsenti, 2018). Nous pouvons dire que les élèves ont une puissance d'agir empêchée dans de telles situations, En effet la situation proposée ne leur permet pas d'agir de manière adéquate, par manque de compréhension des attentes, ou parce qu'elle est trop complexe ou encore parce qu'elle ne permet pas de référer à des éléments connus. Nous pouvons ajouter ici une puissance d'agir empêchée des professeurs, dans la mesure où ils constatent l'impuissance d'agir de leurs élèves. Nous ajoutons à cela que ce constat conduit lui aussi à une impuissance d'agir empêchée des chercheurs.

Ingénierie coopérative

La robotique pédagogique a été introduite dans les programmes de l'école primaire il y a une dizaine d'années. Dans la mesure où il s'agissait de nouveaux contenus de savoirs, de nombreuses formations institutionnelles ont été proposées. Cependant, les professeurs expliquent que le fait d'avoir suivi une formation ne suffit pas à mettre en œuvre, ni à se sentir à l'aise avec ces enseignements (Fluckiger et al., 2024). Ils ne sont pas formés, ils ont une puissance d'agir empêchée du fait de ce nouvel enseignement. Les connaissances restent superficielles et se limitent souvent au fonctionnement des outils numériques. Or, il est indispensable de connaître les savoirs que ces outils permettent de développer, d'une part, et la manière de les enseigner pour les faire acquérir à tous les élèves, d'autre part. Dans ce contexte,

nous avons fait le choix de mettre en œuvre une ingénierie coopérative (Sensevy et al., 2013; CDpE, 2024), c'est-à-dire un collectif qui se donne à lui-même, par la coopération, des fins communes pour l'amélioration de la pratique, et qui expérimente des séquences élaborées ensemble, dans un processus itératif. Notre ingénierie coopérative revêt une double fonction. Elle doit permettre de mieux comprendre la pratique et de la transformer afin de permettre à tous les élèves de bénéficier des usages de ces robots autour de la programmation et des connaissances spatiales.

Question de recherche

Ces différentes recherches nous permettent de présenter notre questionnement : comment l'usage des robots de sol dans les classes permettent-ils aux professeurs et aux chercheurs organisés en ingénierie coopérative de mieux développer des pratiques inclusives ?

Éléments méthodologiques

Notre collectif est constitué d'une chercheuse, une doctorante-professeure, une professeure de CP-CE1, un professeur de CE1, une professeure de CM2 et d'une professeure coordonnatrice du dispositif ULIS (Unités Localisées pour l'Inclusion Scolaire)¹. Nous filmons toutes les séances de classe (cela varie entre 6 et 24, en fonction de l'organisation de la classe), toutes les rencontres (au nombre de 8) au sein de l'ingénierie coopérative sont également filmées. Chaque film d'étude est résumé et organisé sous forme de synopsis. Des moments sont choisis par les chercheuses ou les professeurs pour être partagés dans le collectif : cela peut-être un moment repéré par un professeur durant la séance menée, par une des chercheuses au moment du visionnage d'un film ou un problème qui émerge lors d'un échange au sein du collectif.

Des exemples emblématiques (CDpE, 2024), c'est-à-dire qui font partie de la culture du collectif et vont devenir en quelque sorte des éléments de référence, vont être analysés au regard de certaines notions de la TACD (Théorie de l'Action Conjointe en Didactique).

Premiers résultats

Nous montrons comment nous travaillons à partir d'exemples. Ces exemples sont partagés dans le collectif d'ingénierie coopérative, Ils deviennent ainsi une référence commune (comme indiqué plus haut) reconnue par tous les membres du collectif. C'est par analogie avec d'autres problèmes du même type ayant déjà été rencontrés et résolus, que le collectif peut comprendre ce qui est en jeu dans des situations similaires.

Pivoter ou tourner ?

Ce premier exemple représente les questions autour du langage. Il faut savoir comment fonctionne le robot de sol.

¹ Les ULIS sont des dispositifs d'accompagnement à la scolarisation en milieu ordinaire pour des élèves reconnus en situation de handicap par la MDPH (Maison Départemental pour les Personnes Handicapées)

 Figure 2. Le robot vue de dessus	 Figure 3. Le robot a pivoté vers la droite	 Figure 4. Tourner en avançant	 Figure 5. Pivoter
---	---	---	--

La flèche  permet au robot de changer de direction tout en restant sur place. (cf fig.2,3 et 5). Or, dans le langage courant, tourner, c'est se déplacer en tournant (la voiture tourne à droite, cf fig.4).

Au sein du collectif, la première année, nous avons travaillé sur les fonctionnalités du robot et sa prise en main (genèse instrumentale, (Rabardel, 1995)). Nous avons décidé de laisser les élèves choisir le nom des touches (avancer, avancer d'un pas, tourner...). La confusion entre le terme utilisé (tourner ou pivoter) et le déplacement du robot a conduit à de nombreuses erreurs dans la programmation des déplacements. Plusieurs élèves ont retenu que la flèche permettait de tourner : pivoter en avançant. Cela a conduit à des erreurs récurrentes dans la programmation du déplacement du robot. À partir des films de classe, nous (les chercheuses) avons présenté quelques extraits de films qui ont permis d'identifier cette erreur ; en effet, les élèves, considérant que le robot tourne, oublient d'appuyer sur la touche « avancer » pour que le robot poursuive son déplacement. Après cette première année de mise en œuvre, collectivement, nous avons décidé d'utiliser un mot spécifique « pivoter » et même « pivoter en restant sur place ». Il semble qu'il y ait moins d'erreurs dans la programmation du pivot : les élèves savent que le robot reste sur place, c'est-à-dire qu'il effectue un quart de tour sur lui-même. Lorsqu'il est programmé, pour qu'il poursuive son déplacement, l'élève doit appuyer sur la touche « pivoter » puis sur la touche « avancer ».

Avancer ?

Dans la classe, lors de la découverte du robot, les différentes touches sont nommées par les élèves. Le professeur élabore avec eux une affiche (cf fig.6).

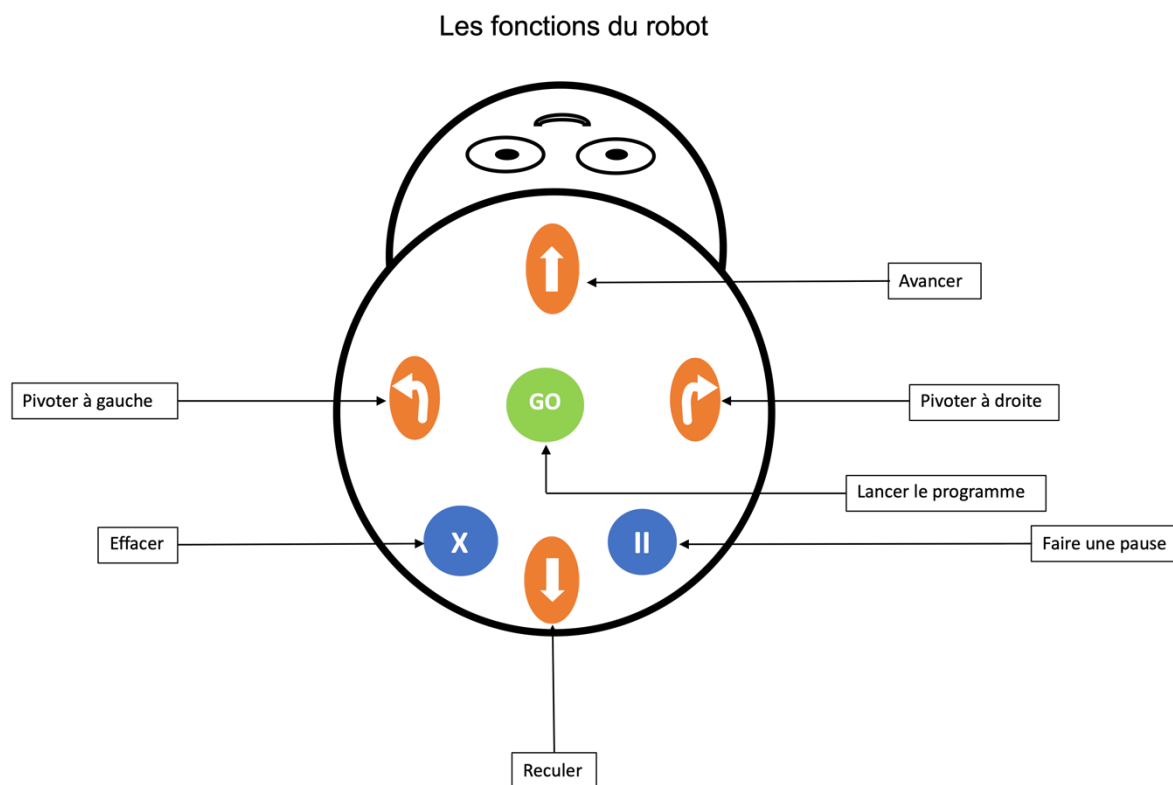


Figure 6: Affiche présentant les différentes fonctions du robot

Le professeur s'assure que chaque élève connaît le nom des touches correspondant à une action du robot. À l'initiative du professeur, une première discussion a lieu dans le collectif. Deux élèves ne parvenaient pas à programmer le robot. Au sein du collectif, nous avons proposé de réaliser une nouvelle activité pour travailler le problème rencontré : le jeu de l'enfant-robot (Greff, 1996). Le professeur a donc mené ce travail avec ces deux élèves. Il leur a expliqué qu'elles allaient agir comme le robot en fonction des instructions données. Le programme choisi est le suivant (cf tab.1) :

				
Effacer le programme précédent	Avancer	Pivoter à droite	Avancer	Lancer le programme

Tableau 1: le programme

Les deux élèves se sont prêtées au jeu : « avancer » (elles ont avancé d'un pas en direction du mur) ; « pivoter à droite » (elles se sont tournées vers la droite) ; « avancer » (elles se sont remises dans l'axe initial et ont avancé comme pour le premier pas, en direction du mur). Autrement dit, pour ces deux élèves, « avancer » c'est se diriger vers l'avant ET se diriger vers le mur. Ces deux directions sont liées et dépendantes de l'orientation de leur corps au départ,

c'est-à-dire au début du déplacement. Nous ne pouvons pas dire que ces deux élèves ont des difficultés. Nous pouvons dire que la situation les met en difficulté. En effet, ces deux élèves ont des connaissances, qui font partie des habitudes d'action dans la vie courante. Mais ces connaissances ne peuvent pas être transposées dans le jeu du robot.

Au bout de plusieurs essais infructueux, le professeur montre ce qu'il y a à faire : avancer d'un pas (il fait une pause), pivoter à droite (il pivote, il regarde la fenêtre et explique aux élèves qu'il regarde maintenant la fenêtre), avancer (il explique qu'il se déplace devant lui, en partant de ses yeux).

Ce moment a été partagé dans le collectif d'ingénierie coopérative, en appui sur le film. L'importance de l'orientation de l'élève ou du robot est discutée. Les premiers échanges portent sur le caractère exceptionnel de l'impossibilité d'agir des deux élèves. De telles difficultés n'avaient pas été mentionnées jusque-là.

L'impossibilité à programmer un robot (en tant que connaissances algorithmiques) et des connaissances spatiales non accessibles pourraient être reliées pour ces élèves.

Synthèse

Ces deux exemples ont été partagés dans le collectif d'ingénierie coopérative, avec de nombreux autres exemples. Ils prennent appui sur une action effective, qui est considérée remarquable par les membres du collectif. Ils représentent une manière pertinente de travailler un problème de la pratique, ici des questions de langage liées à la programmation du déplacement du robot, mais des questions de langage qui dépassent largement la robotique pédagogique puisque les élèves sont amenés à rendre compte d'un déplacement spécifique (pivoter en restant sur place, avancer sans tenir compte de l'environnement, avancer dans la direction des yeux). Travailler ainsi au sein du collectif d'ingénierie coopérative permet d'accentuer le partage et la compréhension de la pratique entre les membres du collectif.

Discussion-Conclusion

Nous avons envisagé l'utilisation des robots de sol pour accompagner les professeurs à adopter des pratiques inclusives et pour soutenir la réussite de tous élèves dans l'acquisition de connaissances spatiales et algorithmiques. Comme nous venons de le voir, l'usage des robots permet un travail sur le langage en lien avec les connaissances spatiales. Il permet à la fois de montrer un problème (que signifie avancer pour soi, et pour un autre que soi) et de le surmonter (orienter l'attention des élèves sur les yeux et le regard). En faisant cela, ce travail permet de mettre en évidence des connaissances spatiales. Dans le même temps, le travail de ces connaissances permet une première approche des connaissances algorithmiques. Et la réflexion au sein du collectif met en évidence la nécessité de relier ces savoirs de différentes natures pour rendre la situation accessible et la manière de les relier entre eux, pour qu'ils fassent sens.

Pour rappel, nous nous interrogeons sur l'usage des robots de sol dans les classes pour permettre aux professeurs et aux chercheurs organisés en ingénierie coopérative de mieux comprendre les enjeux de la robotique pédagogique et développer des pratiques plus inclusives

dans son enseignement. Le collectif de professeurs et de chercheurs mène une enquête, qui conduit à décrire, comprendre et transformer des pratiques, pour partager les enjeux de la robotique pédagogique en tant qu'objet. Dans le même temps, le collectif rencontre de nouvelles situations. Des usages du robot de sol nous conduisent à les utiliser comme outil, pour faire travailler des connaissances spatiales. L'usage des robots de sol permet un travail sur le langage en lien avec des connaissances spatiales. Le professeur n'est pas seul face à un élève, le chercheur n'est pas non plus seul face à la demande de formation des professeurs. Nous sommes tous engagés dans une démarche qui permet de penser des pratiques inclusives, à travers des problèmes très concrets. Même si le professeur est seul dans la classe, il bénéficie à ce moment des échanges que nous avons eus ensemble, de l'expérience des autres. Il fera alors bénéficier les autres membres du collectif, professeurs et chercheurs, de sa nouvelle expérience. Ce processus itératif nous conduit à documenter les pratiques.

Nous avons montré également la puissance d'agir empêchée de l'élève en situation : il sait ce que veut dire avancer. Pourtant cette connaissance ne lui permet pas d'agir adéquatement. Nous avons également rencontré la puissance d'agir empêchée du professeur en situation. Le professeur sait mener habituellement une séance de classe, avec des robots de sol. Pourtant, face à ses deux élèves, ses connaissances ne lui permettent pas d'agir. Ces problèmes, qu'ils soient des problèmes d'apprentissage du côté des élèves ou qu'ils soient des problèmes de la pratique du côté des professeurs, sont étudiés au sein de l'ingénierie coopérative.

Chaque problème rencontré densifie notre compréhension de ce qui se passe. En effet, un problème dans la classe doit être vu, décrit et partagé dans le collectif d'ingénierie coopérative. Ces échanges conduisent à de nouvelles propositions et de nouvelles mises en œuvre, dans une visée inclusive, pour rendre accessibles à tous les élèves les situations d'enseignement-apprentissage proposées. Au cours de cette nouvelle itération, il s'agit de décrire ce qui s'est passé, d'en partager une certaine compréhension, fort de l'itération précédente. Cette nouvelle compréhension conduit à une nouvelle modification de la séquence initiale. Ce processus est représenté par la figure ci-dessous (cf fig.3).

Nous avons évoqué la place du langage oral, nous sommes en train de travailler sur la place de l'écrit. Écrire un programme, lire un programme, c'est utiliser une suite d'instructions, chacune d'elles représentant une touche du robot de sol.

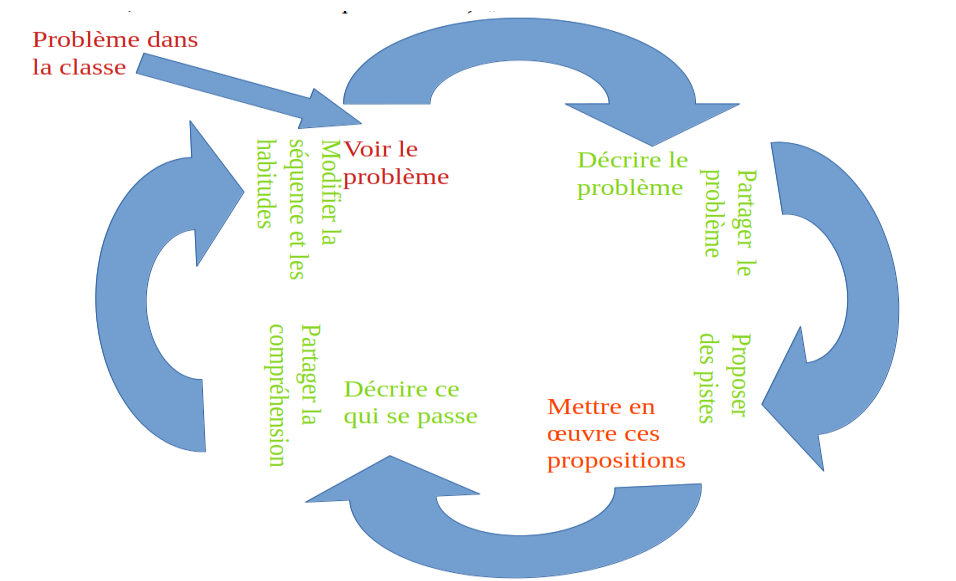


Figure 2. La circulation des *problèmes* de la pratique

Pour conclure, nous envisageons le collectif d'ingénierie coopérative comme un moyen pour redonner une puissance d'agir à ceux qui en sont empêchés, que ce soit du côté des élèves ou du côté des professeurs et des chercheurs.

Références bibliographiques

Assude, T. (2019). Éducation inclusive et éducation numérique : Quelles convergences ? Une étude de cas avec les tablettes numériques. *La nouvelle revue - Éducation et société inclusives*, 87(3), 11-29.

Assude, T., Perez, J.-M., Suau, G., Tambone, J., & Vérillon, A. (2014). Accessibilité didactique et dynamique topogénétique : Une étude de cas. *Recherches en didactique des mathématiques*, 34(1), 33-57.

Athias, F. (2021). Un robot de sol pour apprendre les mathématiques. In F. Vanderbrouck et M-L. Gardes. *Preuve, modélisation et technologies numériques* (p. 13-25). XXIème Ecole d'été de Didactique des Mathématiques. Ile de Ré, Octobre.

Baron, G.L., et Drot-Delange, B. (2016). L'informatique comme objet d'enseignement à l'école primaire française ? Mise en perspective historique, *Revue française de pédagogie*, 95 (2), 51-62.

Benitti, F.B.V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools : A systematic review, *Computers and Education*, 58 (3) 978–988. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006>

Benoit, H., & Feuilladiou, S. (2017). De la typologie des outils numériques dans le champ des EIAH à leur opérationnalité inclusive. *La nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation*, 78(2), 25-45.

Berthelot, R., & Salin, M. H. (1992). *L'enseignement de l'espace et de la géométrie dans la scolarité obligatoire* [PhD Thesis, Université Sciences et Technologies-Bordeaux I].

Bugmann, J., & Karsenti, T. (2018). Quand les robots entrent en classe. *Formation et profession*, 26(1), 142.

Collectif Didactique pour enseigner. (2024). *Un art de faire ensemble*. Presses Universitaires de Rennes.

Douady, R. (1987). Jeux de cadres et dialectique outil-objet. *Recherches en didactique des mathématiques*, 7(2), 5-32.

Ebersold, S. (2009). « Inclusion »1. *Recherche & formation*, 61, 71-83. <https://doi.org/10.4000/rechercheformation.522>

Fluckiger, C., Grugier, O., & Haspekian, M. (2024). Pratiques envisagées des enseignants pour un enseignement de l'informatique à l'école primaire. In C. Fluckiger, L. Boulc'h, S. Nogry, & C. Reffay (Éds.), *Enseigner, apprendre, former à l'informatique à l'école : Regards croisés* (Université Paris Cité, p. 51-68). <https://doi.org/10.53480/2024iecare03q/>

Greff, É. (1996). *Le « jeu de l'enfant-robot » : Une démarche et une réflexion en vue du développement de la pensée algorithmique chez les très jeunes enfants*. [PhD Thesis, Paris VII]. <https://theses.hal.science/tel-02343028/>

Hyang Choi, S. (2016). Préface. Dans L. Prud'Homme, H. Duchesne, P., Bonvin et R. Vienneau, (Eds.), *L'inclusion scolaire, ses fondements, ses acteurs et ses pratiques* (p. 11-12). De Boeck.

Komis, V., Romero, M., & Misirli, A. (2017). A Scenario-Based Approach for Designing Educational Robotics Activities for Co-creative Problem Solving. In D. Alimisis, M. Moro, & E. Menegatti (Éds.), *Educational Robotics in the Makers Era* (Vol. 560, p. 158-169). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-55553-9_12

Mari, E., Faure, K. M., & Assude, T. (2022). Programmable floor robots and spatial knowledge with 6-7-year-old students. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 29(2), 87-95.

Papert, S. (1981). *Jaillissement de l'esprit : ordinateurs et apprentissage*. Flammarion.

Perraud, C. (2022). *Travail, handicap et coopération en ESAT*. Padeïa. <https://hal.science/hal-04255994/>

Nogry, S., et Grugier, O.(2024). Usages des robots programmables BeeBot en classe : des objets pour apprendre, des objets à apprendre, dans C. Fluckiger, L. Boulc'h, S. Nogry et C.

Reffay (dir.), Enseigner, *apprendre, former à l'informatique à l'école : regards croisés* (p. 115-134). Université Paris Cité, <https://doi.org/10.53480/2024iecare06t/>

Rabardel, P. (2005). 13. Instrument, activité et développement du pouvoir d'agir: In *Entre connaissance et organisation : L'activité collective* (p. 251-265). La Découverte. <https://doi.org/10.3917/dec.lorin.2005.01.0251>

Sensevy, G., Forest, D., Quilio, S., & Morales, G. (2013). Cooperative engineering as a specific design-based research. *ZDM*, 45(7), 1031-1043. <https://doi.org/10.1007/s11858-013-0532-4>

Toh, L. P. E., Causo, A., Tzuo, P.-W., Chen, I.-M., & Yeo, S. H. (2016). A review on the use of robots in education and young children. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(2), 148-163.

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM (Association for Computing Machinery)*, 49(3), 33-35.