

Engagement de professeurs et professeures des écoles dans un projet de robotique et de programmation à l'école primaire : des dispositions individuelles aux traductions de prescriptions institutionnelles

Quentin Magogeat, Université Lyon 2, Laboratoire Éducation, Cultures, Politiques
Rawad Chaker, Université Lyon 2, Laboratoire Éducation, Cultures, Politiques

RÉSUMÉ

Nous étudions la manière dont des enseignantes s'engagent, s'investissent et s'approprient un projet d'innovation pédagogique en robotique scolaire porté par différentes prescriptions institutionnelles dans le contexte français. Convoquant la théorie de l'acteur-réseau et le paradigme de la cognition distribuée, nous cherchons à comprendre comment et à quelles conditions, les enseignantes s'engagent dans un processus d'innovation visant l'utilisation de robots, tout en satisfaisant les exigences portées par les programmes scolaires en matière de programmation informatique à l'école primaire, ainsi que celles des scénarios pédagogiques issus d'une production collective. Pour répondre à cette question, nous triangulons deux jeux de données : des verbatim auprès de 12 enseignantes portant sur leurs motifs d'engagement dans le projet PREP, et des observations vidéo de trois cas (3 x 4 séances) de mise en œuvre pédagogique des scénarios de robotique scolaire. Les résultats montrent des motifs d'« intéressement » différents dans le projet (pour se former ou pour disposer de ressources numériques nouvelles, notamment), qui se traduisent en degrés d'engagement différenciés au sein de la salle de classe. Les controverses exprimées finissent par s'estomper, favorisant — pour cinq écoles sur les sept participant au projet — une stabilisation de nouvelles pratiques en faveur de la robotique pédagogique au-delà de la temporalité de l'expérimentation.

Mots-clés : robotique scolaire, programmation, controverses, engagement, acteur-réseau, cognition distribuée

ABSTRACT

We study how teachers engage, invest in, and appropriate a pedagogical innovation project in school robotics, driven by various institutional guidelines in the French context. Drawing on actor-network theory and the distributed cognition paradigm, we aim to understand how and under what conditions teachers engage in an innovative process involving the use of robots, while meeting the requirements of school curricula regarding computer programming in elementary schools, as well as those of pedagogical scenarios resulting from collective production. To answer this question, we cross two sets of data: Verbatim reports from 12 teachers about their reasons for engaging in the PREP project, and video observations of three cases (3 x 4 sessions) of the pedagogical implementation of school robotics lesson plans. The results show different motives for interest in the project (for training, to have new digital resources, among others), which translate into varying levels of engagement within the classroom. The expressed controversies eventually fade away, leading to the stabilization of new practices in favor of educational robotics in five out of the seven schools involved in the project, beyond the experimental period.

Mots-clés : school robotics, programming, controversies, engagement, actor-network, distributed cognition

INTRODUCTION

Le présent article étudie, dans le contexte français, la manière dont des professeurs et professeures des écoles (PE) s'engagent, s'investissent et s'approprient un projet d'innovation pédagogique, portant sur la robotique scolaire et la pensée informatique, porté par une prescription double : celle d'abord locale de l'inspection de la circonscription académique¹, et celle, plus éloignée, d'une équipe de recherche scientifique. L'enseignant ou l'enseignante est effectivement pris à l'intersection de tensions qui doivent être pensées « en considérant la complexité des relations entre le local, le national et le global » (Garnier, 2023, p. 107), la période récente étant marquée par l'accélération de ces tensions (Garnier, 2023). Le déploiement de programmes

et d'équipements numériques peut notamment y contribuer, puisque leur intégration réussie suppose une implication active de la part de tous les acteurs², indépendamment des dispositions et aspirations individuelles ou des pratiques déjà installées. Dans leur article sur les tensions afférentes à l'intégration des outils numériques à l'école, Besneville et ses collègues (2019) soulignent que la rencontre entre les politiques de différents niveaux (locales ou nationales) et les logiques d'appropriation des PE, donne lieu à des tensions de différents types (difficultés financières, temporelles, organisationnelles ou liées à la formation). Notre étude tente de comprendre dans quelle mesure un projet de programmation de robots à l'école entraîne l'adhésion de PE qui ont bénéficié d'une formation et ont pu concevoir de manière collaborative les scénarios pédagogiques

1 L'inspection de la circonscription académique, dirigée par un inspecteur de l'Éducation nationale (IEN), assure le pilotage pédagogique, le suivi et l'évaluation des écoles et de leurs enseignants (<https://francearchives.gouv.fr/fr/facomponent/03f8bb90e6c6b-63f57ac1e032ad47140e6d5a757>).

2 Le terme « acteur », tel que nous l'employons ici et tout au long de l'article, renvoie à un terme générique caractérisant les humains et issu de la théorie de l'acteur-réseau développé par Akrich et al. (2006), et constitue ainsi un terme neutre qui ne cherche pas à discriminer entre les genres.

qu'ils mettront en œuvre dans leurs classes. Cette étude s'appuie sur un projet de recherche financé et quasi expérimental, conduit par un laboratoire de recherche et soutenu par la direction du numérique éducatif de l'Académie³. Ce projet a été intégré comme projet d'école et activement appuyé par l'inspection académique de France. Nous tentons d'articuler deux approches théoriques — la théorie de l'acteur-réseau (Akrich et al., 2006) et la théorie de la cognition distribuée et dispositionnelle (Chaker, 2024 ; Hutchins, 1995) — pour comprendre comment ces injonctions de niveaux différents sont traduites par les PE : 1) dans l'exercice de leur métier, et 2) dans la perspective de réussite du projet.

CONTEXTE

Le projet PREP avait pour objet de former les élèves à la programmation et à les familiariser avec la pensée informatique. Six écoles primaires d'une circonscription française (Villeurbanne) et une école primaire basée à Lyon (France) ont pris part au projet (2018-2022). En tout, environ 1000 élèves et 70 enseignants et enseignantes ont bénéficié du dispositif. Afin d'impliquer et d'entraîner l'adhésion, le projet a dès le départ pris le parti de faire collaborer ces derniers dans la production des scénarios pédagogiques à mettre en œuvre. Pour ce faire, l'organisation d'ateliers de robotique scolaire, réitérés à chaque début d'année scolaire durant l'expérimentation, a eu lieu en amont du projet. Les ateliers ont consisté en : 1) sessions de formation à la robotique scolaire à l'intention des PE animées par un formateur mis à disposition par la Délégation régionale académique au numérique éducatif (DANE de la Région Auvergne-Rhône-Alpes) ; 2) coconception des scénarios pédagogiques (deux par niveau scolaire, du CP au CM2) avec le support de l'ERUN (Enseignante-référente pour

les usages du numérique), mise à disposition pour le projet par l'inspection académique de la circonscription. Le projet avait pour particularité de s'inscrire dans un processus double : la traduction d'une prescription institutionnelle forte (verticale), couplée à une dynamique communautaire (horizontale) dans la mise en œuvre du projet.

Nous mobilisons la *sociologie de la traduction* pour appréhender localement comment ces prescriptions descendantes sont traduites, et la *cognition distribuée* pour analyser la manière dont les sujets se coordonnent et se distribuent les rôles, par la construction collective de la pédagogie à mettre en œuvre (dans le respect de la liberté pédagogique des PE).

CADRE THÉORIQUE

La sociologie de la traduction développée par Akrich et al. (2006) s'intéresse à la manière dont une innovation technique se produit à travers une organisation, une société. Ce cadre théorique a été mobilisé dans le champ de l'éducation et de la formation dans l'étude de certaines politiques éducatives : le développement d'une politique d'évaluation externe des écoles en Belgique (Maroy et al., 2012), l'adaptation des injonctions par les enseignants et enseignantes concernant les réformes du lycée professionnel (Lantheaume et al., 2008), ou pour étudier la mise en œuvre du dispositif « Plus de maîtres que de classes » au sein d'écoles primaires françaises (Magogeat, 2017 ; Simonian et Magogeat, 2021).

Sur la base de processus itératifs composés de plusieurs étapes (« problématisation », « intéressement », « enrôlement », « stabilisation »), la théorie de l'acteur-réseau permet d'analyser la construction de réseaux d'actants (humains et non-humains) en faveur d'une appropriation d'un objet technique nouvellement introduit dans un contexte donné. Après avoir identifié une situation pouvant être problématique (comme l'appropriation d'une innovation technique par les PE) et qui impose un changement, les actants s'engagent dans des processus d'« intéressement » et d'« enrôlement ». L'« intéressement » consiste à identifier et à décrire les moyens par lesquels des acteurs vont parvenir à faire

3 L'Académie est une circonscription administrative de l'Éducation nationale de France. Son rôle vise à mettre en œuvre la politique éducative du Ministère (<https://www.education.gouv.fr/les-regions-academiques-academiques-et-services-departementaux-de-l-education-nationale-6557>).

accepter un problème et « susciter l'intérêt des éléments humains ou non-humains [sic] afin qu'ils s'impliquent » (Maroy et al., 2012, p. 99). L'« enrôlement » désigne quant à lui « le mécanisme par lequel un rôle est défini et attribué à un acteur qui l'accepte. L'« enrôlement » renvoie à « l'ensemble des négociations multilatérales, des coups de force ou de ruse qui accompagnent l'intéressement » (Callon, 1986, p. 190). La capacité d'un réseau à intéresser et à donner une place à chaque entité en faveur de l'innovation s'opère à partir de controverses. Elles impliquent des modifications au sein des relations entre les entités et supposent une négociation afin de parvenir à des compromis. Gaglio (2011), mobilisant les travaux de Schumpeter, insiste sur l'idée que l'innovation est fondamentalement une « “destruction créatrice” qui transforme, fabrique du neuf en même temps qu'elle démolit de l'ancien » (p. 4). Souvent, les boucles d'« intéressement » et d'« enrôlement » s'appuient sur l'identification d'acteurs capables de traduire les intérêts parfois divergents de l'ensemble des actants présents dans le réseau, en faveur de l'innovation. Mais, comme l'indique Callon (1986), « traduire c'est déplacer. [...] Mais traduire, c'est également exprimer dans son propre langage ce que les autres disent et veulent, c'est s'ériger en porte-parole » (p. 204). L'émergence de porte-parole signifie donc aussi la capacité de certains acteurs à en « faire taire » d'autres et à faciliter l'« enrôlement » des actants intéressés, notamment parce que leur parole devient représentée. Ainsi, le processus de traduction « aboutit à la transformation de l'invention technique pour l'adapter aux acteurs potentiellement intéressés par l'objet. En même temps, les acteurs eux-mêmes changent, qu'il s'agisse de leurs rôles ou de leurs relations aux autres et à l'objet » (Maroy et al., 2012, p. 99). La « stabilisation », dernière phase du processus de traduction, intervient lorsque « le travail de traduction et les associations constituées ont tendance à s'effacer [...] la chaîne d'association devient alors une “boîte noire” dont les mécanismes internes ne sont plus remis en question » (Maroy et al., 2012, p. 99), au moins provisoirement.

Ces processus, lorsqu'ils sont cognitifs, sont ancrés et situés (Barsalou, 2008 ;

Lave et Wenger, 1991), et ne peuvent être envisagés indépendamment des situations dans lesquelles ils émergent : ils s'incarnent dans les interactions sensorimotrices des individus avec leur environnement technique et socioculturel. Les relations entre les propriétés techniques de l'environnement et l'organisation sociale sont en effet au cœur des approches distribuées et situées de la cognition (Hutchins, 1995 ; Lave et Wenger, 1991). À ce titre, nous considérons le scénario pédagogique comme un artefact cognitif (Norman, 1993), au même titre que le matériel pédagogique (ici les robots et les tablettes), agissant comme un guide pour l'activité située (Suchman, 1987) et une ressource pour l'orchestration de la salle de classe par l'enseignant ou l'enseignante (Dillenbourg, 2013 ; Shahmoradi et al., 2024). La théorie de la cognition distribuée, issue des travaux de Hutchins en anthropologie cognitive (1995), considère que les sujets et les artefacts constituent un système, l'unité d'analyse pour le chercheur. L'information, à mesure de sa propagation dans le système sujets-artefacts, change d'état représentationnel selon son mode de transmission et le processus cognitif en cours (la tâche). Or, ces artefacts peuvent être intangibles : ils peuvent prendre la forme de constituants opérationnels de nature prescriptive, comme le scénario pédagogique ou le curriculum, agissant de manière plus ou moins distale sur l'action du sujet situé, en fonction des dispositions de celui-ci (Chaker, 2024). Les disponibilités locales au service de l'activité (Chaker, 2024 ; Lave, 1988 ; Quéré, 1997) sont hybrides (tangibles et intangibles), mais certaines constituent des artefacts cognitifs à dominante matérielle (les robots éducatifs et les tablettes numériques pour les élèves) et d'autres à dominante prescriptive (le scénario pédagogique), et font partie de l'environnement physique et symbolique de l'activité d'apprentissage. Pour Hutchins (1995), lors de l'étude de la distribution sociale des outils et des êtres humains dans un réseau local, la coordination avec et entre les instruments et les objets reste primordiale, car l'interdépendance entre l'humain et les artefacts reflète l'interdépendance fonctionnelle des rôles et des processus cognitifs locaux. Ainsi, l'environnement sociomatériel constitué par la

robotique éducative joue un rôle important dans la coopération sociale et dans l'organisation de la configuration sociale et spatiale (Chaker et Njingang Mbadjoin, 2025), en tant qu'extension des esprits des participants (Clark, 2008), se rassemblant autour des petits objets mobiles que sont les robots scolaires. La spécificité de ces participants, nous la prenons en compte selon leurs dispositions (Lahire, 2011, 2013) à traduire ces prescriptions professionnelles et institutionnelles. L'approche dispositionnaliste que nous mobilisons est une approche située de la notion de disposition (Chaker, 2024), c'est-à-dire qu'elle n'existe que parce qu'elle s'actualise en situation : cette dernière permet en effet plus ou moins aux PE de traduire leurs perceptions et conceptions de la robotique scolaire en actes pédagogiques.

Questions de recherche

La sociologie de la traduction permet d'analyser, dans le temps, l'engagement des PE dans une démarche coconstruite visant l'utilisation de robots dans l'enseignement-apprentissage de la programmation à l'école primaire. Quant à l'approche distribuée et dispositionnaliste de la cognition, elle permet de comprendre comment les PE se positionnent comme traducteurs locaux des curricula, en observant la manière dont leurs pratiques modifient l'état représentationnel de ces prescriptions distales. Autrement dit, nous cherchons à comprendre comment et à quelles conditions les PE s'engagent dans un processus d'innovation visant l'utilisation de robots, tout en satisfaisant les exigences portées par les programmes scolaires en matière de programmation informatique à l'école primaire, ainsi que celles des scénarios pédagogiques issus d'une production collective.

Ainsi, nous opérationnalisons cet objectif en trois questions de recherche sous-tendant notre enquête. La première porte sur le processus de traduction à l'œuvre auprès des PE qui doivent mettre en pratique un projet porté par l'établissement scolaire (Académie – Université), et dont ils constituent un rouage essentiel à sa réussite.

- QR1 : Comment se mettent en œuvre l'« intéressement » et l'« enrôlement » des enseignants et enseignantes d'école primaire dans un projet institutionnel de recherche participative dans un contexte de double tension, comme évoqué précédemment ?

Par ailleurs, nous nous intéressons à la nature spécifique de ce projet, qui peut offrir à ces enseignants et enseignantes la possibilité de se former, ou, *a contrario*, constituer un frein à leur engagement (phénomène de résistance).

- QR2 : Quels sont les motifs d'engagement concrètement mis en œuvre individuellement ou collectivement dans la pédagogie coconstruite dans un projet innovant portant sur la robotique scolaire ?

Enfin, nous analysons les controverses que peut — par un processus d'« intéressement » et d'« enrôlement » — susciter l'engagement des acteurs dans un tel dispositif, avec sa bidirectionnalité (*top-down* et *bottom-up*).

- QR3 : Quelles sont les controverses qui émergent dans la construction d'un réseau/système cognitif lors de la mise en œuvre du projet PREP ?

MÉTHODOLOGIE

Échantillon

Notre échantillon d'enquête est composé de 12 PE répartis sur l'ensemble total des 7 écoles impliquées dans le projet (voir Tableau 1). Il s'agit d'un échantillon de convenance, puisque ce sont les 12 sujets (sur environ 70 PE) ayant accepté de participer à l'enquête. Il est composé de 9 femmes et 3 hommes âgés de 27 à 56 ans. Leur ancienneté dans le métier s'étend de 3 à 30 ans. Tous les niveaux scolaires de l'école primaire sont représentés (du CP au CM2). Les principaux actants dans le réseau sont : les écoles, l'Académie, l'inspection académique, les PE, le matériel pédagogique (robots, tablettes, scénarios pédagogiques, etc.), les élèves et les chercheurs. Ces constituants opérationnels constituent l'unité d'analyse sujets-artefacts.

Tableau 1
Profils des enseignants et enseignantes ayant répondu à l'enquête

PE	Sexe	Niveau	Âge	Ancienneté dans le métier	École
1	Femme	CP	56 ans	30 ans	A
2	Homme	CE2	42 ans	13 ans	A
3	Femme	CE1	36 ans	9 ans	B
4	Homme	CM1-CM2	34 ans	10 ans	B
5	Femme	CE2-CM2	38 ans	10 ans	C
6	Femme	CE2	29 ans	2 ans	D
7	Femme	CP	27 ans	3 ans	E
8	Homme	CP	53 ans	20 ans	F
9	Femme	CE2-CM1	50 ans	18 ans	G
10	Femme	CE1-CE2	32 ans	5 ans	C
11	Femme	CP	29 ans	4 ans	B
12	Femme	CP	44 ans	10 ans	C

Procédure

Trois ateliers de quatre heures chacun ont été organisés pour la formation des PE en amont de l'expérimentation. Les PE ont pu puiser le temps pour y participer dans leur banque d'heures de formation annuelles disponibles. En effet, «une formation, même de courte durée, permettrait d'améliorer les attitudes et la compréhension des enjeux d'un enseignement de la pensée informatique» (Drot-Delange, 2018, p. 38). Lors de ces séances de formation, ces derniers ont supervisé la production des séquences pédagogiques qu'ils mettraient ensuite en œuvre eux-mêmes, dans leurs classes respectives, pendant l'expérimentation (pour consulter un extrait, voir la Figure 7 en Annexe). Comme le montre le Tableau 2, l'organisation pédagogique annuelle se présente comme suit : une première semaine, en octobre, est consacrée à l'introduction au logiciel de programmation Scratch Jr (Sullivan et Bers, 2019) sur une tablette Android (pour les CE2 uniquement) ; suivie d'une deuxième semaine d'exercices de programmation à réaliser avec le robot (entre novembre et décembre) ; puis, d'une dernière semaine en mars avec un autre robot. Quatre types de

robots différents sont concernés (Blue Bot, Ozobot, Dash et Thymio, qui correspondent à une progression en matière de potentialité de complexité de programmation), et doivent être utilisés soit sans écran, soit avec une tablette ou un PC, avec un langage de programmation spécifique (voir le Tableau 2 pour les détails, et la Figure 8 en Annexe pour l'illustration). Ce matériel a été mis à la disposition des classes en fonction d'un calendrier conçu en amont entre les écoles, l'ERUN et l'équipe de recherche, durant les trois périodes concernées (voir le Tableau 2). Ainsi, chaque PE, durant les séances de mise en œuvre de la séquence concernée, bénéficiait d'un matériel adéquat, ainsi que de l'aide logistique et matérielle, voire pédagogique, d'une ingénieure de recherche et/ou d'une doctorante recrutées pour le projet. Ces référentes pour l'usage du numérique avaient également la charge des captures vidéo de l'ensemble des séances durant les années 1 et 3 du projet.

Tableau 2

Détail des scénarios pédagogiques et du matériel utilisé pour la programmation, par session et par niveau

Nb de séances	Période	Outils de programmation par niveau				
		CP	CE1	CE2	CM1	CM2
4	Octobre	Activité débranchée		Tablette (Scratch Jr)		
4	Novembre	Blue Bot	Ozobot	Tablette (Blockly) + Dash	Tablette (Blockly) + Dash	PC (VPL) + Thymio
4	Mars	Blue Bot	Tablette (Blockly) + Dash	PC (VPL) + Thymio	PC (VPL) + Thymio	PC (VPL) + Thymio

Note. Légende : Scratch Jr : logiciel de programmation sans robot ; Blockly : logiciel de programmation par blocs pour robot Dash ; VPL (*Visual Programming Language*) : logiciel de programmation pour robot Thymio.

L'équipe de recherche a impliqué l'inspection académique de la circonscription concernée dans la diffusion par voie électronique d'un questionnaire au sein du réseau d'enseignants et enseignantes du projet PREP. Les participants ont répondu au questionnaire sur la base du volontariat. La missive spécifiait le respect de l'anonymat et la confidentialité des réponses ainsi qu'une utilisation restreinte des données au cadre de la présente étude.

Trois séances enregistrées ont été sélectionnées afin de compléter notre corpus de données. Le choix s'est porté sur des vidéos qui présentaient des configurations et des modalités de mise en œuvre contrastées du projet PREP.

Outils d'enquête

Questionnaire à la fois fermé et ouvert pour enquêter sur les motifs d'engagement, les dispositions et les effets perçus concernant la robotique scolaire

Le questionnaire comportait 12 questions en tout : 4 questions fermées (sur une échelle de Likert en 5 points et avec la possibilité de rédiger un commentaire) et 8 questions ouvertes à partir desquelles les PE étaient invités à développer et à détailler leurs réponses. Les questions fermées portaient sur le niveau de connaissances des PE en matière de programmation et de codes

informatiques avant la formation, après la formation (de 1 = *Pas du tout à l'aise* à 5 = *Très à l'aise*), et leur degré d'accord sur le fait que participer au projet PREP en dehors du temps de formation impartit leur a permis de se former à la robotique scolaire. Une question fermée portait également sur leur opinion concernant l'enseignement de la programmation et du code informatique à l'école primaire (de 1 = *Très défavorable* à 5 = *Très favorable*).

Concernant les questions ouvertes, elles portaient sur leur perception de l'informatique et de la programmation dès l'école primaire, de la place des outils numériques liés à la réforme de 2015, ainsi que leurs motifs d'engagement dans le projet PREP. Elles cherchaient également à obtenir des réponses sur la manière dont se sont déroulées les séances de coconception des scénarios pédagogiques (la répartition des rôles au sein des groupes, le regard qu'ils posent sur leur participation à l'élaboration des scénarios, leurs éventuelles résistances, etc.), ainsi que leur mise en œuvre par la suite (posture enseignante, organisation matérielle, difficultés rencontrées, ressources mobilisées, comportement des élèves, etc.). Enfin, elles les invitaient à décrire leurs relations avec les autres PE impliqués dans le projet au sein et en dehors de leur école, ainsi que les effets de leur participation à ce projet sur l'exercice de leur métier.

Observations filmées

Le projet PREP a bénéficié de la captation vidéo systématique de toutes les séances de robotique du CP au CM2, au sein des 7 écoles, à raison de 4 séances (de 50 minutes chacune) pour chaque séquence (ou scénario pédagogique), chaque niveau bénéficiant de 3 scénarios pédagogiques différents (2 à l'automne et 1 au printemps).

L'équipe de recherche a installé en amont des séances une caméra GoPro montée sur trépied de manière à capter les mouvements et les dynamiques interactionnelles des acteurs sur l'ensemble de la salle. Les vidéos ont été stockées sur des disques durs externes. L'équipe de recherche a obtenu l'autorisation écrite de filmer (l'inspection académique a fait parvenir les formulaires aux parents; les parents et les élèves ont signé le formulaire), en spécifiant que les images ne seraient utilisées que dans le cadre strictement anonyme et confidentiel du projet scientifique.

RÉSULTATS

« Intéressement » et « enrôlement » des PE dans le réseau : quels motifs d'engagement dans le projet PREP ?

S'informer, se former et s'autoformer

Alors que l'apprentissage du code informatique et de la programmation est entré dans les programmes de l'école primaire française en 2015, les PE participant à cette enquête ont d'emblée déploré une absence de connaissances et une formation insuffisante. En effet, sur les 12 PE, 8 déclarent ne pas être à l'aise et pointent un manque de formation. Seulement trois PE affirment « être à l'aise avec la programmation et le code informatique ». Ils expliquent toutefois avoir dû se former seuls et se spécialiser sur ce champ du fait d'un intérêt personnel pour ce domaine : « lecture de blogues d'enseignants sur l'enseignement de la programmation à l'école. Connaissance d'application de programmation telle que Scratch Jr » (Enseignante 3).

Dès lors, la participation à ce projet de recherche a été vue par une large majorité d'enseignants et enseignantes sondés comme

une occasion de s'informer sur les enjeux de la programmation : « Je perçois davantage les objectifs des apprentissages possibles dans des classes de primaire » (Enseignante 5). S'engager dans un tel projet a été pour la plupart des PE un facteur de motivation : « Motivé, c'est une opportunité à saisir » (Enseignant 2), « j'étais curieuse de voir ce que l'on pouvait proposer à de jeunes élèves » (Enseignant 12). Ils étaient nombreux à méconnaître le champ du code et de la programmation. Les échanges — entre pairs, mais également avec les autres professionnels impliqués dans le projet — leur ont donné une visibilité plus claire de ce que recouvrait la programmation et de la manière dont ils pouvaient s'en saisir en classe : « Après les activités rencontrées, j'ai pris conscience des possibilités offertes par la programmation » (Enseignant 8).

La participation au projet PREP est également apparue comme une perspective de formation. En effet, l'« intéressement » des PE s'est opéré à partir des difficultés à prendre en charge cette partie du programme sans jamais avoir reçu de formation préalable au code et à la programmation : « J'ai ressenti le besoin d'être formé et guidé pour intégrer ces nouveaux apprentissages à ma pratique » (Enseignant 8). « Je suis très satisfaite de participer à cette étude et je souhaite améliorer ma pratique suite au temps d'échanges que nous allons avoir avec l'ensemble des collègues concernés » (Enseignante 10).

Ce projet a donc en plus été perçu comme une possibilité de prendre du temps pour faire de l'échange de pratiques et se former avec et entre pairs.

Disposer de ressources numériques nouvelles à l'école

La mise à disposition de matériel et de ressources humaines a contribué à leur engagement dans le projet. Un enseignant affirme que participer au projet PREP constituait une « opportunité de former toute l'équipe, de pouvoir travailler la programmation avec des tablettes et des robots pour les élèves » (Enseignant 2). En effet, les écoles sondées se sont révélées inégalement équipées. Certaines disposent d'une salle informatique « dont les ordinateurs fonctionnent au ralenti » (Enseignante 10), d'autres s'appuient sur des enseignantes qui achètent elles-mêmes du matériel pour leur classe : « pour pouvoir travailler régulièrement avec ces outils [...] j'ai installé, sur mes frais personnels, deux PC, un vidéoprojecteur et un "scanner" afin que les élèves puissent avoir un contact régulier avec ces derniers » (Enseignante 5).

Toutefois, l'obtention de nouvelles ressources numériques engendre parfois de nouveaux rapports entre le PE et l'outil informatique lui-même. Certains PE mettent en avant l'idée qu'il faut déjà être à l'aise soi-même avec l'outil avant de chercher à former les élèves à son utilisation : « Cela dépend beaucoup du rapport qu'entretient l'enseignant avec l'outil lui-même et de la possibilité matérielle de le faire avec sa classe » (Enseignante 5). Avoir à disposition du matériel propice à l'enseignement-apprentissage de la programmation n'est pas suffisant ; il apparaît nécessaire de préalablement s'en saisir et se former pour en faire un usage approprié.

Pour autant, la découverte et l'apprentissage de la programmation ne s'effectuent pas exclusivement par l'usage de l'outil numérique. Autrement dit, l'apprentissage peut s'effectuer à l'aide d'une feuille et d'un crayon, voire via les activités débranchées : « C'est intéressant, faire de la programmation, mais sans nécessairement avoir un robot. Nous devons préparer la séquence sur les activités débranchées à mettre en place en classe une semaine avant l'arrivée des robots » (Enseignante 11). C'est bien, ici aussi, un enjeu pointé par des PE interrogés : le fait de ne pas seulement favoriser une pratique numérique avec de nouvelles ressources, mais

bien de développer des manières de raisonner propres à des compétences visées en matière de littératie numérique.

Engagement partagé, mais sur la base de controverses exprimées

Toute expérimentation nécessite un engagement de la part de sujets couplés structurellement aux artefacts dans le réseau/système cognitif afin de permettre son déploiement et sa mise en œuvre. Pour y parvenir, un jeu d'« intéressement » et d'« enrôlement » s'opère afin que chacun puisse trouver un intérêt à s'engager et un rôle particulier dans ce processus d'innovation potentielle. Cette mise en réseau autour d'un projet — en l'occurrence, le projet PREP — engendre des débats et des controverses qui peuvent permettre à l'innovation de se déployer. Faisant partie intégrante du processus de traduction, l'analyse de ces controverses permet de saisir le poids de certains actants dans le processus de traduction, et la manière dont d'autres sont partiellement écartés, etc. La mise en œuvre du projet PREP au sein des écoles s'est cristallisée autour de trois grandes controverses : la place du numérique à l'école, la participation volontaire ou subie à ce projet, et les dispositifs associés à sa mise en œuvre.

La place du numérique à l'école

L'arrivée de la programmation et du code informatique dans les programmes ne s'est pas faite sans susciter quelques réactions et interrogations chez les PE interrogés. Si certains se sont clairement exprimés en faveur de cet enseignement, notamment parce qu'il fait sens au regard des évolutions sociétales, d'autres ont regretté la trop grande place déjà prise par le numérique à l'école dès le niveau primaire, mais aussi à la maison. « Cela me paraît un peu tôt dans le cursus scolaire [...]. Je souhaite maintenir la place des outils numériques au plus faible niveau possible, en respectant la demande institutionnelle. Les écrans étant massivement présents dans les familles » (Enseignante 12). « Il y a déjà tellement de matières à enseigner et dans lesquelles s'améliorer que l'informatique passe souvent en dernier plan » (Enseignante 10).

Le premier extrait insiste sur l'idée que le numérique a pris et continue de prendre une part grandissante dans le quotidien de l'enfant. L'enseignante affirme, par conséquent, ne pas vouloir accentuer cette tendance à l'école, tout en affirmant cependant qu'elle respecterait, dans la mesure du possible, le programme. Le deuxième extrait prolonge cette réflexion en pointant un programme déjà chargé avec le numérique qui, aux yeux de cette enseignante, n'est pas nécessairement une priorité à l'école. Ces doutes et hésitations s'accompagnent parfois de difficultés à identifier clairement les savoirs informatiques qu'ils doivent transmettre aux élèves :

Auparavant, il s'agissait surtout de l'apprentissage de l'usage de l'outil informatique et non de son langage. [...] Comme pour l'anglais à partir d'une certaine date, le Ministère considère que les enseignants sont bilingues, et donc, pour l'informatique, qu'ils sont tous programmeurs. Il est donc parfois difficile de savoir quoi et comment mettre en place le programme ministériel. (Enseignante 5)

Une participation volontaire, mais dans quelle mesure ?

Certaines écoles ont fait le choix de construire le projet d'école autour de la robotique en s'appuyant sur le projet PREP pour développer ces apprentissages sur l'ensemble des niveaux. À l'intérieur de l'école D, tous les PE ne se sont pas prononcés favorablement quant à son implantation, entraînant *de facto* une appétence ou une réticence à investir le projet PREP. « Ayant déjà pratiqué le codage et la programmation à l'université lorsque j'y étais et n'étant pas une fanatique de ce genre de pratique, j'ai subi le projet plus que je n'y ai pris goût » (Enseignante 6).

Dans cette situation, on voit bien tout le poids du porte-parole au sein de cette école. En effet, si certaines enseignantes ne s'opposent pas fermement à s'engager dans ce dispositif expérimental, elles affirment toutefois ne pas avoir vraiment eu le choix : « C'est un projet

d'école qui nous a été imposé... Nous n'avons rien choisi » (Enseignante 6). Cette enseignante, bien qu'insistant à plusieurs reprises sur sa réticence, a quand même participé au projet. C'est en effet le projet d'école construit autour du numérique qui a, par le biais d'un consensus local partiel, contraint des PE réticents à investir le projet. La controverse autour de leur participation s'est atténuée (provisoirement au moins) en mettant en avant l'intérêt objectif en faveur de l'apprentissage de la programmation des élèves — qui était jusqu'alors mise de côté — à travers son inscription comme projet d'école.

Quelle est la faisabilité du projet sans aide humaine extérieure ?

Les PE interrogés expriment leur satisfaction de pouvoir bénéficier d'un matériel supplémentaire en faveur de l'enseignement de la programmation du code informatique grâce au projet de recherche PREP. Pour autant, ils pointent également la question de la faisabilité de cette partie du programme en l'absence de ces ressources : « Pour l'organisation matérielle, cela demande beaucoup de préparation. J'ai pu être aidée par les deux personnes présentes lors des ateliers (gestion des robots, marquages au sol, etc.) » (Enseignante 10).

En effet, cette enseignante s'interroge sur la pérennité du dispositif et sa capacité à mettre en œuvre le programme sans bénéficier du matériel offert et des ressources humaines complémentaires garanties durant le projet PREP. Nous notons ici un effet pervers en vue de la pérennité du projet, possiblement induit par les séances de formation et de préparation : le soutien humain et le support matériel fournis en amont et pendant le déroulement de l'expérimentation ont permis, certes, aux PE de mettre en œuvre les séquences pédagogiques avec une « sérénité technologique » relative, mais cela en a peut-être conduit certains à se sentir trop dépendants de ce support externe, qui n'existe pas pour les séquences pédagogiques habituelles.

C'est à travers d'épreuves et de ces trois controverses (Chateaufort, 1991) que se joue en partie l'avenir du dispositif expérimental PREP, et notamment l'investissement des

acteurs : leur expression plus ou moins formalisée constitue un espace socio-discursif au cours duquel se joue la renégociation de la place de chacun des actants au sein d'un réseau, justifiant un « intéressement » ou un désintéressement selon les réponses apportées et les compromis/consensus élaborés ou non. Selon les compromis passés entre les sujets, la mise en œuvre concrète de l'expérimentation PREP s'opère de manière contrastée entre les PE et les personnels. La triangulation des verbatim avec les extraits vidéo nous permet de le vérifier.

Analyse des extraits vidéo et triangulation avec les verbatim : analyser l'engagement des acteurs

Engagement contrasté des différents acteurs dans les séances de programmation

En plus des réponses obtenues par les PE, la mise en œuvre des séquences a été filmée afin de pouvoir observer leur engagement dans l'enseignement de la programmation informatique au regard de leur discours. Pour cet article, nous faisons le choix de confronter les données des questionnaires avec l'étude des captations vidéo de trois enseignantes en CE2 — pour la séquence avec le robot Dash — afin d'identifier la manière dont elles se saisissent du scénario pédagogique et d'analyser la distribution du travail entre elles, les référentes du projet PREP et le matériel pédagogique à disposition. Pour chaque professionnelle, nous avons analysé les quatre séances, d'une durée moyenne de 50 minutes, correspondant à une séquence (ou scénario) pédagogique. À travers six extraits sélectionnés (deux pour chaque enseignante), nous montrons de manière phénoménologique différents exemples de degrés d'engagement des acteurs (enseignantes et référentes PREP) : engagement progressif de l'enseignante dans la gestion pédagogique et didactique de la séance de robotique ; coenseignement ; passe d'une présentation à deux voix, suivi d'un enseignement assuré par l'enseignante. Chacune de ces postures pédagogiques mises en évidence empiriquement entraîne

un positionnement de retrait ou d'engagement spécifique de la part des enseignantes, mais aussi des référentes et, par conséquent, une organisation socio-spatiale spécifique de la salle de classe (Chaker et Njingang Mbadjoin, 2020, 2025).

Une lettre (A) apparaît sur chacune des vidéocaptures : elle correspond à l'enseignante. La lettre (B) indique qu'il s'agit d'une référente du projet PREP, c'est-à-dire qu'elle fait partie de l'équipe de recherche (ingénieure de recherche ou doctorante).

Évolution progressive : d'un retrait de l'Enseignante 9 à son engagement dans la gestion pédagogique de la séance

Figure 1

Retrait de l'Enseignante 9



Séquence robot Dash, CE2, séance 1 : présentation du projet et des robots aux élèves

En début de séance, l'enseignante se tient debout, les bras croisés, et vient se placer en dehors du cercle formé par les élèves. Cette posture en retrait est observée durant les 26 premières minutes de la séance. La majorité des interventions de la maîtresse (A) porte sur des questions liées à la discipline, à l'organisation de la séance (place des élèves), afin de favoriser un climat de classe calme et de faible intensité sonore. Ici, la référente du projet (B) présente les robots, explique les modalités du projet aux élèves, qui sont tournés vers elle. Durant les 24 dernières minutes de cette première séance, les élèves sont placés en groupes et prennent possession d'une tablette avec robot. L'enseignante (A) reste en retrait, gère la discipline et interagit assez peu avec les élèves.

Figure 2

Engagement de l'Enseignante 9 dans la gestion pédagogique de la séance



Séquence robot Dash, CE2, séance 4 : manipulation du robot par les élèves et bilan

Durant les séances 2, 3 et 4, l'enseignante (A) s'est davantage impliquée dans l'usage pédagogique des robots avec les élèves. Lors des séances 2 et 3, elle présente l'objectif de la séance, puis demande aux élèves de se répartir en groupes. Avec la référente du projet (B), elles circulent ensuite entre les groupes. Durant la dernière séance, après un temps de manipulation d'environ 27 minutes, l'enseignante (A) regroupe les élèves en cercle autour d'elle et dresse le bilan de la séquence durant près de 12 minutes. La référente du projet (B) prend de moins en moins en charge les dimensions pédagogiques du projet et ne gère pratiquement plus que les aspects matériels durant les séances 2 et 3. Lors du bilan, elle se place en retrait, comme l'enseignante (A) lors de la première séance.

Configuration stable en coenseignement (Enseignante 10 + référentes du projet PREP)

Figure 3

Coenseignement (Enseignante 10 + 2 référentes)



Figure 4

Coenseignement (Enseignante 10 + référente) stable



Séquence robot Dash, CE2, séance 1 : présentation du projet et des robots aux élèves

Durant cette première séance, l'introduction du projet pédagogique et des activités se fait à « deux voix ». En effet, il s'agit d'une configuration pédagogique propre au coenseignement (Bouchetal et Magogeat, 2022), durant laquelle s'effectue la présentation des consignes. Notons toutefois que cette première séance s'est effectuée en présence de deux référentes du projet (B) et que l'une d'entre elles n'a que très peu pris la parole.

Séquence robot Dash, CE2, séance 4 : manipulation du robot par les élèves et bilan

La manipulation des robots par les élèves (séances 2 à 4) s'est aussi effectuée en coenseignement avec la professeure des écoles (A) et la référente du projet (B), qui circulaient entre les groupes pour aider et accompagner les élèves.

Plein engagement de l'Enseignante 6 et place de soutien technique pour la référente

Figure 5

Enseignante 6 pleinement engagée + référente en soutien technique



Séquence robot Dash, CE2, séance 1 : présentation du projet et des robots aux élèves

L'explication générale du projet en première séance s'est faite à deux voix, puis l'enseignante (A) a poursuivi les explications seule au tableau, tandis que la référente du projet (B) s'est installée en fond de classe pour observer et préparer le matériel. Elle est restée en retrait durant la totalité de la séance.

Figure 6

Enseignante 6 pleinement engagée + référente en soutien technique stable



Séquence robot Dash, CE2, séance 4 : manipulation du robot par les élèves et bilan

Les séances suivantes ont été prises en charge par l'enseignante (A), avec quelques rares sollicitations ou participations de la référente (B). L'enseignante (A) donnait les consignes, puis plaçait les élèves en groupes avant de leur permettre de manipuler les robots. La référente (B) était surtout en position d'observation et en soutien de l'enseignante (A) pour la distribution et la gestion du matériel. Durant les séances 2 à 4, elle n'est intervenue que cinq fois pour échanger avec des groupes.

Triangulation vidéo/verbatim

La sélection de ces trois extraits met en évidence, via différentes postures, des exemples d'engagements contrastés de la part des enseignantes. En effet, selon les cas de figure, la référente du projet (B) se retrouve en position d'assumer une partie ou la totalité de la séance (en coenseignement, voire en gestion propre de la classe avec une maîtresse davantage observatrice) ou bien davantage dans une position d'observatrice, avec un rôle majoritairement associé à la gestion du matériel.

Dans le détail, l'Enseignante 9 semble avoir eu besoin de temps pour saisir les enjeux et la présence de personnes formées à la robotique afin de pouvoir conduire les activités : « Il y a une complémentarité. Les collègues avaient plus de connaissances ou de pratique que moi. Ils ont pu m'expliquer certains points sur la programmation des robots, notamment Thymio. Le fait d'expliquer a permis de clarifier les objectifs » (Enseignante 9). Ici, la référente apparaît comme une disponibilité sociale locale que l'enseignante a pu mobiliser à l'entame de la séance comme personne-ressource, afin de s'engager elle-même davantage, et ce, de manière progressive.

L'Enseignante 10, en coenseignement, s'était montrée enthousiaste à participer au projet PREP. Elle déplorait le fait que le numérique passe souvent au second plan, au profit d'autres matières jugées plus fondamentales. Ses dispositions et son appétence envers la robotique scolaire se sont traduites en actes pédagogiques avec un engagement dès le début de la mise en œuvre du projet avec les élèves. Elle a affirmé avoir eu besoin de se faire aider dans la préparation des séances : ce soutien s'est traduit par une distribution sociale des tâches jusqu'à leur déroulement. La division du travail s'est faite de sorte que les séances ont été conjointement menées. Les extraits vidéo montrent une superposition générale des tâches durant la situation d'enseignement-apprentissage, rendant le système sujets-artefacts robuste (Hutchins, 1995). Elles étaient toutes deux responsables du suivi de la totalité des groupes d'élèves. Il semble que l'enseignante ait perçu le rôle de la référente comme complémentaire à sa mise en œuvre pédagogique instrumentée. Cette dernière a été

intégrée dans un système cognitif enseignante-élèves-artefacts effectif.

En revanche, l'Enseignante 6 s'est quant à elle exprimée plutôt en défaveur du projet. Elle a émis à plusieurs reprises sa réticence à le mettre en œuvre, bien qu'elle ait pu bénéficier d'une formation antérieure, à l'université. Les observations montrent cependant un plein engagement dans les différentes séances à conduire, à la suite d'un premier lancement à deux voix en compagnie de la référente du projet. Cette dernière a donc joué le rôle d'une personne-ressource informationnelle et technique, et ce, ponctuellement, sans réelle implication dans l'étayage pédagogique. Ainsi, l'« enrôlement » de l'Enseignante 6 s'est effectué sous l'effet du projet d'école et par les interactions avec les autres acteurs (les porteurs du projet et les autres PE). *In fine*, le processus de traduction semble s'être stabilisé sous la forme d'une mise en œuvre pédagogique dans la salle de classe essentiellement individuelle.

L'engagement contrasté observé chez les enseignantes traduit, dans une certaine mesure, les controverses exprimées, et notamment celle concernant la faisabilité de ce projet en l'absence des référentes. Comment prendre en charge une séquence de programmation et robotique à l'école primaire lorsque l'on se retrouve seule à devoir mener la séance et gérer le matériel ? Nous pouvons pointer le fait que la référente du projet (B) s'est souvent retrouvée — *a minima* — dans une position de préparation et de gestion du matériel utile au bon déroulement de l'activité, remettant une fois encore en question l'organisation du travail de l'enseignante si elle avait été seule. Cette configuration sociale des acteurs dans la salle de classe, en matière de fonctions technopédagogiques assignées ou auto-assignées, distribue *de facto* l'organisation pédagogique (en groupes, en cercle) ainsi que la manière dont les tâches cognitives vont être menées et dont les élèves vont apprendre.

DISCUSSION / CONCLUSION

Dès 2013, l'Académie des sciences s'est exprimée en faveur d'une formation initiale et continue des PE à la programmation. L'enquête conduite auprès de ces PE révèle à quel point les titulaires peuvent se sentir démunis face à

des contenus qu'ils doivent transmettre sans toujours parvenir à les identifier clairement et sur lesquels ils n'ont pas été formés auparavant. Leur engagement dans un tel projet est alors vécu comme une perspective de développement professionnel sur ces questions, avec en sus l'accompagnement de l'équipe de recherche et de dispositifs techniques supplémentaires. Ce que nous avons pu vérifier par le croisement de deux jeux de données. Cette recherche montre l'importance de proposer aux PE des conditions propices à s'engager dans un processus potentiellement innovant (Nogry et Sort, 2016) : la formation des PE en amont des activités de robotique (*a fortiori*, lorsqu'ils doivent eux-mêmes concevoir les séquences pédagogiques), l'accès à du matériel en présence de personnes-ressources aptes à les former, la présence de personnes-ressources pendant la mise en œuvre en classe. En ce qui concerne la préparation, il apparaît dans la littérature scientifique que les programmes de formation à la robotique éducative varient considérablement en durée, mais les informations précises sur le temps total, les heures de pratique, ou les crédits de cours sont souvent absentes des publications (Schina et al., 2021). Selon la revue de littérature de Schina et al. (2021), la durée d'une formation peut être d'une seule journée jusqu'à 39 heures au total, mais les ateliers d'une journée ou moins peuvent manquer de profondeur pour répondre pleinement aux objectifs de recherche. Dans le cas du projet PREP, nous pouvons donc considérer que 12 heures de formation peuvent être suffisantes afin de pouvoir ensuite analyser des engagements différentiels.

Cela permet, pour certains PE, d'assurer cette partie du programme tout en mobilisant ce projet pour travailler et développer des compétences dans d'autres matières (les mathématiques, par exemple). La coconception des séquences, les modules de formation ainsi que les temps en classe de coenseignement/co-intervention peuvent constituer autant d'occasions pour les PE d'accroître leur répertoire de gestes professionnels (Bouchetal, 2022) et de dispositions individuelles (Chaker, 2024) dans le domaine de la programmation de robots scolaires. C'est bien la combinaison de ces trois dimensions qui offre des

perspectives de développement professionnel : apprendre à enseigner la programmation nécessite une formation non seulement en amont, mais également, pour certains PE, un accompagnement technique en situation pour actualiser ces dispositions. En effet, la formation reçue par les PE « ne peut pas et ne pourra jamais tout : bon nombre de compétences, par nature, ne peuvent efficacement s'acquérir que *dans et par* l'exercice de l'activité de travail et non avant et/ou à côté » (Bourgeois et Durand, 2012, p. 10). Dans cette recherche, la présence d'une référente du projet PREP a permis ce développement professionnel de l'enseignant ou de l'enseignante dans une « logique de l'action » complémentaire à d'autres logiques de formation (« logique de la réflexion pour l'action », par exemple) (Wittorski, 2007). L'engagement et l'étayage pédagogiques sont d'autant plus importants durant les activités de robotique scolaire, car lorsque les élèves trouvent des solutions aux problèmes, les PE doivent les guider en leur permettant de les appliquer à l'activité (Kucuk et Sisman, 2017). *A contrario*, une formation insuffisante couplée à l'absence de dispositions adéquates pour une intégration efficace dans les programmes scolaires du primaire peuvent entraîner des difficultés, soit sur le plan technique, soit en raison du manque de connaissances pertinentes (Tzagkaraki et al., 2021).

L'engagement différentiel des PE dans un dispositif expérimental ne peut cependant faire l'économie d'une expression de controverses, qui, à terme, doivent pouvoir faire l'objet de compromis, voire de consensus. Elles constituent « un terrain privilégié pour étudier les mécanismes par lesquels certaines solutions, qui s'imposent d'abord localement, finissent par s'étendre » (Callon, 1986, p. 137). La culture dans un milieu pouvant se comprendre comme étant le résidu de solutions partielles aux problèmes rencontrés (Hutchins, 1995), la culture numérique, en l'occurrence de la robotique scolaire au sein d'une école ou d'un réseau local d'écoles, procéderait alors de la stabilisation sociale de ces consensus entre acteurs à travers le temps (qui est, dans un premier temps, celui d'un projet scientifique). La controverse définie comme étant « la confrontation discursive polarisée,

argumentée, réitérée et publique » (Rennes, 2016, p. 28) concerne en effet ici la place du numérique à l'école, les ressources mises à disposition des PE pour effectuer efficacement leur travail, ou encore les conditions favorisant leur engagement dans des dispositifs innovants (Magogeat, 2024). L'innovation s'appuie ainsi sur des controverses qui émergent avec l'expression des intérêts parfois divergents de l'ensemble des acteurs concernés que les porte-parole doivent parvenir à intéresser et à enrôler pour que l'innovation se diffuse. Le développement professionnel se fait alors dans cet écart entre une situation idéale et le réel investi par les enseignants et enseignantes, ces derniers apprenant en situation dans un premier temps « pour-l'action » (traduction de Chaker [2024] pour « *for-action* »).

Ainsi, la distribution des rôles pédagogiques dans un réseau (ici, les enseignantes et référentes qui sont plus ou moins engagées, plus ou moins en retrait durant les séances) définit l'organisation du travail, et donc le processus cognitif à l'œuvre dans la salle de classe. Il est possible d'observer, dans l'action située des enseignantes et référentes (Suchman, 1987), une articulation entre, d'une part, la mobilisation des disponibilités locales (Lave, 1988 ; Norman, 1993 ; Hutchins, 1995 ; Quéré, 1997 ; Chaker, 2024), comme le scénario pédagogique, et de l'autre, les dispositions du sujet. L'écart potentiel observé ou perçu entre le scénario (le plan prescriptif) et l'action située (le plan actualisé effectivement en situation) crée un espace qui peut être investi par la créativité et la réactivité du PE, dans les limites temporelles et sociomatérielles de la salle de classe. C'est dans cet espace que les pratiques situées, une fois stabilisées, constituent une culture pratique locale (Chaker, 2024), qui s'institutionnalise à mesure du temps. En effet, sur les sept écoles engagées dans le projet PREP, cinq écoles l'ont poursuivi au-delà de la période d'expérimentation prévue, traduisant ainsi une phase de stabilisation du processus d'innovation avec une normalisation de la pratique de programmation dans ces classes.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier le personnel de la circonscription scolaire de Villeurbanne 1, et plus particulièrement L. F., S. Z. et M. M., ainsi que toutes les enseignantes et tous les enseignants et élèves ayant participé à la recherche.

FINANCEMENT

Ce travail a bénéficié du soutien financier de la Région Auvergne-Rhône-Alpes (France) dans le cadre du programme de financement SCUSI 2017 (numéro de subvention 17 009386 01 / 02 – 40983). Il a également bénéficié de deux financements complémentaires de la Ville de Villeurbanne, décisions D 2018 370 et D 2019 440 du Conseil Municipal.

RÉFÉRENCES

- Académie des sciences. (2013, mai). *L'enseignement de l'informatique en France. Il est urgent de ne plus attendre*. https://www.academie-sciences.fr/pdf/rapport/rads_0513.pdf
- Akrich, M., Callon, M. et Latour, B. (2006). *Sociologie de la traduction. Textes fondateurs*. Presses des Mines.
- Barsalou, L. W. (2008). Grounded cognition. *Annual Review of Psychology*, 59(1), 617–645. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.59.103006.093639>
- Besneville, É., Brillant, C., Caesar, M., Cerisier, J.-F., Devauchelle, B., El Kechaï, H., Féroc-Dumez, I., Fortin, S., Lagrange, A., Lancelli, F., Néa, B., Netto, S., Nguyen, A., Pottier, L., Pierrot, L., Raclin, S., Ramirez, S., Rançon, J., Remond, E., Slouma, M. et Solari Landa, M. (2019, 16-18 octobre). *Le numérique éducatif à l'école élémentaire en tension entre politiques nationales, politiques locales et logiques d'appropriation par les enseignants* [Communication]. Colloque Écoles, territoires et numérique : quelles collaborations ? Quels apprentissages ?, Clermont-Ferrand, France. <https://hal.science/hal-02314186v1/document>

- Bouchetal, T. et Magogeat, Q. (dir.). (2022). *Le co-enseignement comme innovation pédagogique ? Une classe unique, deux enseignants*. ISTE Group.
- Bouchetal, T. (2022). Co-enseigner : la consolidation d'une professionnalité émergente ? Dans T. Bouchetal et Q. Magogeat (dir.), *Le co-enseignement comme innovation pédagogique ? Une classe unique, deux enseignants* (p. 133–150). ISTE Group.
- Bourgeois, É. et Durand, M. (dir.). (2012). *Apprendre au travail*. Presses universitaires de France.
- Callon, M. (1986). Éléments pour une sociologie de la traduction. La domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc. *L'Année sociologique*, 36, 169–208. <http://www.jstor.org/stable/27889913>
- Chaker, R. (2024). *La congruence : une approche incarnée et distribuée du développement humain. Le cas des environnements numériques d'apprentissage* (Habilitation à diriger des recherches, Université Lumière Lyon 2). <https://hal.science/tel-04646017>
- Chaker, R. et Njingang Mbadjoin T. (2020). Robots scolaires et configuration spatiale de la classe. Effets sur les interactions sociales dans le cadre de séquences pédagogiques au CE2. Dans P.-A. Caron, C. Fluckiger, P. Marquet, Y. Peter et Y. Secq (dir.), *L'informatique, objets d'enseignements enjeux épistémologiques, didactiques et de formation, Actes du Colloque DIDAPRO 8-DIDASTIC, 5-7 février 2020, Lille* (p. 66–78). <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02474983/document>
- Chaker, R. et Njingang Mbadjoin, T. (2025). Integrating school robots in K12 education: The effects on spatial configuration and social interactions. *Technology, Pedagogy and Education*, 34(4), 395–414. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2025.2457392>
- Chateauraynaud, F. (1991). *La faute professionnelle. Une sociologie des conflits de responsabilité*. Métailié.
- Clark, A. (2008). *Supersizing the mind: Embodiment, action, and cognitive extension*. Oxford University Press.
- Dillenbourg, P. (2013). Design for classroom orchestration. *Computers & Education*, 69, 485–492. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.04.013>
- Drot-Delange, B. (2018). Reconfiguration de l'enseignement de l'informatique à l'école primaire : quelle conscience disciplinaire chez les professeurs des écoles stagiaires ? *Recherches en didactiques*, 25(1), 27–40. <https://doi.org/10.3917/rdid.025.0027>
- Gaglio, G. (2011). *Sociologie de l'innovation*. Presses universitaires de France.
- Garnier, B. (2023). L'éducation en tension(s). *Spirale*, 71(1), 107–110. <https://doi.org/10.3917/spir.071.0107>
- Hutchins, E. (1995). *Cognition in the wild*. MIT Press.
- Kucuk, S. et Sisman, B. (2017). Behavioral patterns of elementary students and teachers in one-to-one robotics instruction. *Computers & Education*, 111, 31–43. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.04.002>
- Lahire, B. (2011). Les cadres sociaux de la cognition : socialisation, schèmes cognitifs et langage. Dans F. Clément et L. Kaufmann (dir.), *La sociologie cognitive* (p. 137–160). Éditions de la Maison des sciences de l'homme.
- Lahire, B. (2013). *Dans les plis singuliers du social : individus, institutions, socialisation*. La Découverte.
- Lantheaume, F. (dir.), Bessette-Holland, F. et Coste, S. (2008). *Les enseignants de lycée professionnel face aux réformes : tensions et ajustements dans le travail*. Institut national de recherche pédagogique.
- Lave, J. (1988). *Cognition in practice*. Cambridge University Press.

- Lave, J. et Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press.
- Magogeat, Q. (2017). Travailler à plusieurs : des injonctions aux incertitudes enseignantes. Exemple du dispositif « plus de maîtres que de classes ». *Spirale*, 60(2), 139–149. <https://doi.org/10.3917/spir.060.0139>
- Magogeat, Q. (2024). L'engagement des enseignants dans des dispositifs pédagogiques : une traduction entre prise de risques et paris adjacents. *Recherches en éducation*, (56), 186–198. <https://doi.org/10.4000/12qxt>
- Maroy, C., Mangez, C., Dumay, X. et Cattonar, B. (2012). Processus de traduction et institutionnalisation d'outils de régulation basés sur les connaissances dans l'enseignement primaire en Belgique. *Recherches sociologiques et anthropologiques*, 43(2), 95–119. <https://doi.org/10.4000/rsa.795>
- Nogry, S. et Sort, C. (2016). Le temps de l'appropriation d'une classe mobile par les enseignants à l'école primaire. *Distances et médiations des savoirs*, (16). <https://doi.org/10.4000/dms.1655>
- Norman, D. A. (1993). *Things that make us smart*. Addison-Wesley.
- Quéré, L. (1997). La situation toujours négligée ? *Réseaux*, 15(85), 163–192. <https://doi.org/10.3406/reso.1997.3139>
- Rennes, J. (2016). Les controverses politiques et leurs frontières. *Études de communication*, (47), 21–48. <https://doi.org/10.4000/edc.6614>
- Schina, D., Esteve-González, V. et Usart, M. (2021). An overview of teacher training programs in educational robotics: Characteristics, best practices and recommendations. *Education and Information Technologies*, 26(3), 2831–2852. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10377-z>
- Shahmoradi, S., Kothiyal, A., Bruno, B. et Dillenbourg, P. (2024). Evaluation of teachers' orchestration tools usage in robotic classrooms. *Education and Information Technologies*, 24(3), 3219–3256. <http://dx.doi.org/10.1007/s10639-023-11909-z>
- Simonian, S. et Magogeat, Q. (2021). Comprendre le développement humain comme un processus écologique de traduction. *Éducation et socialisation*, (61). <https://doi.org/10.4000/edso.15113>
- Suchman, L. A. (1987). *Plans and situated actions: The problem of human-machine communication*. Cambridge University Press.
- Sullivan, A. et Bers, M. U. (2009). Computer science education in early childhood: The case of ScratchJr. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 18, 113–138. <https://doi.org/10.28945/4437>
- Tzagkaraki, E., Papadakis, S. et Kalogiannakis, M. (2021). Exploring the use of educational robotics in primary school and its possible place in the curricula. Dans M. Malvezzi, D. Alimisis et M. Moro (dir.), *Proceeding of EDUROBOTICS2020. Education in & with robotics to foster 21st-century skills* (p. 216–229). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77022-8_19
- Wittorski, R. (2007). *Professionnalisation et développement professionnel*. L'Harmattan.

ANNEXE

Figure 7

Extrait de la fiche séquence Dash CE2 (2^e séance)

Niveau(x) de classe : CE2 au CM2

DASH

2	LES DÉPLACEMENTS DE DASH (1)
----------	-------------------------------------

Compétence.s du socle	-	Compétence 1	Durée : 60 MIN
Objectif.s spécifique.s	-	Savoir programmer une suite d'instruction et programmer une boucle	
	-	Suivre les instructions données par les défis	
Matériel	-	Tablettes	
	-	Dash	
	-	Annexes 2A, 2B et 2C	
	-	Appareil photo ou smartphone (facultatif)	
Apports théoriques	<u>Trace écrite :</u> Capture d'écran de leur programmation pour chaque défi. Affiche des rotations de Dash associées au degré correspondant		

1 – RAPPEL SEANCE 1	<i>Classe entière</i>	<i>Phase</i>	5 MIN
<i>Rappel séance 1 et du vocabulaire associé</i>			
2 – Défi Dash 1	<i>PAR 2</i>	<i>Phase</i>	10 MIN
Programmer un carré de 50 cm. Validation par le déplacement de Dash, pas besoin de la validation de l'enseignant.			
3 – Défi Dash 2	<i>PAR 2</i>	<i>Phase</i>	10 MIN
Programmer un rectangle de 50 cm de large et 80 cm de long. Validation par le déplacement de Dash, pas besoin de la validation de l'enseignant.			
4 – Défi Dash 3	<i>PAR 2</i>	<i>Phase</i>	15 MIN
Programmer un parcours complexe. (Annexe 2A)			
5 – MISE EN COMMUN	<i>Classe entière</i>	<i>Phase</i>	20 MIN
<u>Mise en commun des stratégies de programmation</u> Projeter l'annexe 2B pour proposer l'action « répéter » si elle n'a pas été proposée. (Annexe 2B, capture d'écran des actions pour reproduire la croix)			
<u>Trace écrite</u> Capture d'écran de leur programmation pour chaque défi. (se fait sous l'appli Blockly directement ou photo, le cas échéant) Attention ! Les captures d'écran seront difficiles à récupérer sans Wifi ! Bien anticiper cette difficulté. Affiche des rotations de Dash associées au degré correspondant (Annexe 2C)			
<u>Vocabulaire</u> Repères spatiaux (idem que séance 1) Verbes d'action (idem que séance 1) Capture d'écran Rotation en degré			
Activité complémentaire en classe : programmer un parcours à l'aide d'étiquettes découper / coller.			

Figure 8

Extrait de la fiche séquence Dash CE2 (déplacement du robot)

