



HAL
open science

Comment apprennent les élèves au cours d'une séquence de robotique éducative en classe de CP?

Sandra Nogry

► To cite this version:

Sandra Nogry. Comment apprennent les élèves au cours d'une séquence de robotique éducative en classe de CP?. Didapro 7 – DidaSTIC. De 0 à 1 ou l'heure de l'informatique à l'école, Feb 2018, Lausanne, Suisse. hal-01753106

HAL Id: hal-01753106

<https://hal.science/hal-01753106>

Submitted on 29 Mar 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

SANDRA NOGRY

Laboratoire Paragraphe, Université Cergy-Pontoise
sandra.nogry@u-cergy.fr

Comment apprennent les élèves au cours d'une séquence de robotique éducative en classe de CP ?

Résumé

À l'école primaire, la robotique éducative est maintenant proposée pour introduire l'apprentissage de l'informatique. La présente étude vise à documenter le processus d'apprentissage au cours d'une séquence de robotique proposée et mise en œuvre par une enseignante de CP. À partir de vidéos des séances enregistrées dans le cadre du projet DALIE, l'activité des élèves a été analysée en vue de caractériser les difficultés rencontrées, les genèses instrumentales et conceptuelles qui apparaissent progressivement au cours de la séquence, ainsi que les médiations qui concourent à ces genèses. Cette étude permet ainsi de mettre en évidence la dynamique des apprentissages dans une telle séquence.

Mots clés : robotique éducative, école élémentaire, apprentissage, approche génétique

1 Introduction

La transmission d'une culture informatique pour tous est devenue ces dernières années un enjeu sociétal. L'objectif du projet ANR DALIE (didactique et apprentissages de l'informatique à l'école primaire) est d'étudier comment mettre en place un curriculum d'informatique à l'école primaire. Plusieurs questions y sont abordées : quelles connaissances enseigner dans les différents cycles ? Comment les enseignants mettent-ils en œuvre des séquences d'enseignement de l'informatique ? Quelles connaissances les élèves construisent-ils ?

Au sein de ce projet, la présente étude s'est focalisée sur l'analyse de l'activité d'apprentissage dans une séquence de robotique éducative au CP. Dans ce domaine, différentes études ont montré l'efficacité de séquences de

robotique proposées ou co-élaborées avec les chercheurs pour apprendre certains concepts informatiques ainsi que la démarche de résolution de problème. Ainsi, dès la maternelle, les élèves peuvent apprendre le concept de séquence et développer des capacités à planifier, à gérer plusieurs commandes de programmation, à réaliser un algorithme et à déboguer (Komis & Misirli, 2015 ; Bers *et al.*, 2014). Néanmoins, peu d'études portent sur des séances conçues par les enseignants eux-mêmes. Comment les enfants apprennent-ils durant cette séquence de robotique éducative conçue par l'enseignant ? Quelles sont les genèses instrumentales et conceptuelles durant cette séquence ? Quels sont les facteurs qui concourent à ces genèses ?

2 Cadre théorique

Dans la perspective des théories de l'activité, notre unité d'analyse est l'activité, définie par P. Falzon comme « ce qui est fait, ce qui est mis en jeu par le sujet pour réaliser l'objectif qu'il se fixe dans une situation donnée. L'activité ne se réduit pas au comportement, elle inclut l'activité intellectuelle, ainsi que les discours sur l'action, les interactions avec autrui ». Il s'agit de documenter les finalités de l'activité des élèves, le déroulement de cette activité et les médiations entre le sujet et l'objet de l'activité. Ces médiations peuvent être de nature sociale (interactions entre élèves ou avec l'enseignant) ou instrumentale, les instruments mobilisés étant les artefacts utilisés associés à un schème défini comme organisation invariante de l'action (Rabardel, 1995).

Cette analyse a été articulée à une analyse micro-génétique du développement des connaissances (Siegler, 2006). Cette approche se fonde sur l'analyse d'épisodes d'activité durant lesquels des transformations de connaissances ou des changements conceptuels peuvent être mis en évidence. Pour ce faire, le chercheur doit mettre en place des observations denses de chaque épisode et faire un usage intensif et opportuniste de toutes les données disponibles afin d'inférer les changements réalisés ainsi que les mécanismes en jeu. En articulant ces deux approches, il s'agit de mettre en évidence les genèses instrumentales et conceptuelles qui ont lieu durant la séquence d'apprentissage proposée.

3 Méthodologie

L'étude s'est déroulée dans une classe de CP composée de 18 élèves âgés de 6 ans. L'enseignante, une maître-formatrice expérimentée, était volontaire pour participer au projet de recherche.

La séquence observée a été conçue et mise en œuvre par l'enseignante. Elle visait à faire programmer des déplacements dans l'espace. Les robots *Bee-Bot* étaient utilisés par groupe de 3 élèves. La séquence proposait une démarche d'investigation fondée sur une approche inductive ; elle se déroulait en deux phases.

(1) Faire parcourir au robot un chemin tracé au sol avec des Kapplas (séances 1 à 4)

Dans cette première phase, les consignes étaient minimales, les groupes travaillaient en autonomie durant environ 30 minutes par séance ; ils devaient découvrir par eux-mêmes le robot et en comprendre le fonctionnement, avant de rendre compte de leurs découvertes et de leurs questions lors d'un regroupement en classe entière. Après un premier temps de recherche en autonomie (séance 1), l'enseignante a précisé la consigne en demandant de tracer une ligne droite, avant de laisser les élèves plus libres de leur tracé. L'objectif central de cette première phase était la compréhension des commandes de contrôle.

(2) Dessiner par groupe un parcours à programmer ensuite (séances 5 et 6)

Durant la séance 5, chaque groupe dessinait un parcours sur papier puis programmat le robot pour réaliser son propre parcours tandis que durant la séance 6, le parcours était d'abord dessiné par un groupe avant d'être donné à un autre groupe qui programmat le robot pour qu'il exécute ce parcours. L'objectif était de les amener à programmer une séquence d'instructions.

Les robots utilisés, des *Bee-Bot*, sont des jouets programmables contrôlés à partir d'une interface tangible sur la partie supérieure de l'objet : quatre boutons permettent d'orienter l'objet, trois boutons permettent de contrôler l'exécution du programme (GO : exécution des instructions programmées, PAUSE : interruption momentanée de l'exécution du programme, CLEAR : effacement des commandes enregistrées en mémoire).

Le protocole mis en place dans le projet DALIE consistait à suivre le travail réalisé dans la classe en observant et filmant une séance toutes les deux semaines et en menant des entretiens et *focus groups* avec les enseignants. Dans la classe observée, quatre séances sur six ont été observées et filmées. Le dispositif de captation était composé d'une caméra fixe (plan large sur la salle) et d'une caméra mobile orientée successivement sur le travail des différents groupes d'élèves.

Au total, quatre heures de vidéos ont été enregistrées et analysées. À partir ces enregistrements, une analyse de l'activité des élèves a été réalisée suivant trois étapes :

- identification des épisodes durant lesquels des changements opératoires ou conceptuels sont visibles
- transcription et analyse des séquences dans lesquels apparaissent ces changements,
- mise en évidence de la nature des changements (genèses instrumentales/ conceptuelles)

4 Résultats

Nous avons cherché à identifier les genèses conceptuelles et instrumentales (constitution de nouveaux schèmes associés au robot) ainsi que les difficultés rencontrées dans chacune des phases de la séquence proposée.

4.1 Phase 1 : faire parcourir au robot un trajet dessiné sur le sol

Activité des élèves

Dans cette première phase, les élèves avaient pour consigne de tracer un chemin sur le sol et faire parcourir ce chemin au robot. Durant les trois premières séances, les élèves construisent rapidement un chemin, se saisissent du robot et appuient sur différentes touches pour le faire avancer. Leur activité n'est pas coordonnée : chacun essaie de se saisir du robot sans répartition des tâches ni discussion sur la stratégie à adopter. Les

interactions entre élèves se limitent à exprimer leur déception ou leur joie suivant si l'objectif est atteint ou pas.

Une stratégie de type « pas à pas » semble d'abord privilégiée, l'enfant qui a le robot en main introduit une instruction à la fois et observe le comportement du robot. Le plus souvent, il commence par appuyer sur la commande GO puis sur la flèche avant. Cette séquence de touches est présentée par un élève en regroupement comme étant la procédure à suivre ; aucun élève ne venant le contredire, elle devient ensuite un schème (organisation invariante de l'action) largement partagé au sein de la classe. Dans chaque groupe les élèves constatent régulièrement un écart entre leur intention (voir le robot se déplacer d'un pas) et le déplacement effectif du robot, variable suivant les instructions précédemment entrées par d'autres élèves. Ces déplacements suscitent de l'incompréhension : une élève dit ainsi à l'enseignante « *au début il m'écoutait et là il m'écoute plus du tout* ». Ceci les conduit à adopter une stratégie *essai-erreur* ou à modifier le parcours sur le sol pour l'adapter au déplacement du robot afin de réussir la tâche ; certains en viennent à se désengager de la tâche.

Médiations proposées par l'enseignante

Lorsqu'elle circule dans les groupes, l'enseignante intervient ponctuellement pour amener les élèves à s'interroger sur les relations de cause à effet entre les touches sélectionnées et le comportement du robot puis à anticiper le résultat de leurs actions (« *pourquoi il se déplace comme ça ?* » ; « *comment vous allez faire pour qu'il se déplace autrement ?* »). Au cours de ces échanges, dans plusieurs groupes les élèves découvrent la commande de contrôle CLEAR et l'utilisent pour arrêter l'exécution du programme avant un nouvel essai. Par son questionnement, l'enseignante introduit également l'idée qu'un programme peut être exécuté plusieurs fois de façon identique. Ces questions suscitent des interrogations et des doutes chez les élèves, amorcent une réflexion poursuivie collectivement en fin de séance.

Des genèses instrumentales et conceptuelles

L'analyse de l'activité des élèves durant les trois premières séances met en évidence l'apparition d'un schème d'action associé au robot (GO-flèche) partagé collectivement au sein de la classe mais celui-ci ne permet pas de contrôler efficacement le déplacement du robot. Les élèves semblent adopter une conception anthropomorphique du robot selon laquelle « la machine

prend en compte les intentions, et traite sémantiquement les opérations en jeu » (Rogalski, 2015) ; ainsi, on peut avancer une interprétation sémantique de la séquence « GO-flèche » : va – en avant, en arrière, etc.). Un manque de compréhension du caractère différé de l'exécution du programme et un manque de compréhension des commandes de contrôle (touches démarrage, PAUSE, CLEAR) sont également notables. L'utilité de la touche de contrôle CLEAR est progressivement découverte dans les différents groupes, mais sa fonction (effacer la mémoire) n'est pas encore comprise. À l'issue de la quatrième séance, l'enseignante s'appuie sur une situation de réussite pour amener les élèves à préciser le rôle des commandes de contrôle et l'ordre dans lequel les utiliser ; une séquence d'action est instituée : remettre à zéro, appuyer sur les flèches, appuyer sur GO.

4.2 Phase 2 : programmer le robot pour qu'il exécute un parcours dessiné

Dans la phase suivante, l'activité est fortement prescrite par l'enseignante : les élèves doivent dessiner sur une feuille le parcours du robot, puis représenter ses différents déplacements par des flèches puis programmer le robot et de vérifier si le trajet parcouru correspond au parcours dessiné. L'enseignante insiste sur l'importance de se mettre d'accord avant d'agir et indique vouloir vérifier chaque étape.

Médiations proposées par l'enseignante

Différentes médiations (dessin, verbalisations) sont introduites afin de conduire les élèves à planifier le déplacement du robot et à différer son exécution. Dans un premier temps, l'enseignante propose un fort étayage : elle guide l'utilisation des commandes de contrôle (« *tu as annulé d'abord ?* »), la planification du trajet (« *d'accord, il va aller tout droit, et combien de fois ?* ») et l'analyse de l'écart entre le parcours dessiné et le déplacement effectué. Elle montre notamment la correspondance entre la représentation des déplacements sur le dessin (les flèches) et le déplacement du robot en comptant chaque pas ; elle analyse avec eux les causes de l'écart et les conduit à modifier le programme ou la représentation du déplacement lorsqu'elle est imprécise. À travers cet étayage, elle structure l'activité des élèves et introduit ainsi une procédure à suivre systématiquement.

Activité des élèves

L'analyse de l'activité des élèves montre que ces prescriptions sont suivies. À partir du dessin qu'ils ont réalisé ensemble, les élèves sont en capacité d'identifier la séquence de déplacements à programmer. Avant de programmer le robot, certains verbalisent les actions à exécuter ensuite. Dans un premier temps, la plupart adoptent une stratégie de sous-programme : ils réalisent un sous-programme pour chaque segment du parcours. La programmation des rotations, représentées par des virages, pose problème ; en effet, le robot ne tourne qu'à angle droit. Ceci les conduit à modifier la représentation du parcours pour l'ajuster aux possibilités du robot (souvent sur les conseils de l'enseignante). Pour identifier les directions à choisir, certains éprouvent le besoin de représenter les déplacements du robot en acte, par des mouvements du corps ou du robot. À l'issue de ces séances, l'ensemble des élèves est capable de produire une séquence d'instruction complète.

Genèses instrumentales et conceptuelles

Dans ces dernières séances, suite à un enseignement explicite par l'enseignante et à un étayage soutenu, les élèves apprennent à utiliser adéquatement les commandes de contrôle. La réalisation graphique du parcours joue un rôle central, elle les oblige à anticiper les déplacements du robot et à envisager une séquence d'actions à programmer ; le concept de séquence ou de programme n'est jamais verbalisé par l'enseignante, mais il apparaît au cours de l'activité comme un concept en acte. Ainsi, la structuration de la tâche, les médiations proposées et l'étayage de l'enseignante conduit les élèves à adopter systématiquement une démarche qui consiste à planifier le déplacement du robot, à réfléchir à la séquence d'instructions à entrer et à observer l'écart entre le parcours prévu et réalisé. Ce faisant, ils perçoivent le caractère différé de l'exécution d'un programme.

5 Discussion

Dans cette étude, nous avons analysé l'activité des élèves dans une séquence conçue et mise en œuvre par une enseignante expérimentée mais peu formée à l'enseignement de l'informatique. La séquence proposée était fondée

sur la démarche d'investigation ; les élèves étaient ainsi invités à découvrir par eux-mêmes le fonctionnement du robot. Face à leurs difficultés, une seconde phase reposant sur la production d'une représentation graphique du parcours à effectuer leur a été proposée. Dans la première phase de découverte, les élèves rencontrent des difficultés telles qu'une conception anthropomorphique du robot ou des difficultés à intégrer le caractère différé de l'exécution – par ailleurs bien documentées dans les travaux sur l'apprentissage de l'informatique dans le secondaire (Rogalski, 2015). Ils rencontrent également une difficulté de compréhension des commandes du *Bee-Bot* ; celles-ci paraissent simples mais nécessitent des connaissances sur les choix de conception du robot (empan de la mémoire, etc.). Cette phase de découverte les conduit à s'interroger sur le fonctionnement du robot, sur l'effet de leurs actions ainsi qu'à découvrir par eux-mêmes une commande de contrôle. Dans la seconde phase, la consigne les amène à changer d'objectif en se centrant moins sur la production d'un résultat (faire parcourir au robot le chemin) que sur la production d'une procédure, le programme à exécuter, à représenter d'abord graphiquement. Ils découvrent ce qu'est une séquence d'instruction et deviennent progressivement capables de mettre en œuvre une démarche de résolution de problème (planification, mise en œuvre, débogage). Les médiations proposées par l'enseignante ainsi que les représentations graphiques à élaborer jouent un rôle central dans cet apprentissage. Les connaissances, habiletés et stratégies sont de même nature que celles mises en évidence par Komis et Misirli (2015), bien que des médiations différentes soient proposées. Cette étude montre comment ces connaissances, habiletés et stratégies apparaissent dans la séquence proposée et souligne les facteurs qui concourent à leur développement.

Références

- Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering : Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 72, 145–157.
- Komis, V. & Misirli, A. (2015). Étude des processus de construction d'algorithmes et de programmes par les petits enfants à l'aide de jouets programmables. In Drot-Delange, B., Baron, G.-L. & Bruillard, E.,

Informatique en éducation : perspectives curriculaires et didactiques.
Clermont-Ferrand : Presses Universitaires Blaise-Pascal.

Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies*. Paris : Armand Colin.

Rogalski, J. 2015. Psychologie de la programmation, didactique de l'informatique déjà une histoire... In Drot-Delange, B., Baron, G.-L. & Bruillard, E., *Informatique en éducation : perspectives curriculaires et didactiques*. Clermont-Ferrand : Presses Universitaires Blaise-Pascal.

Siegler, R. S. (2006). Microgenetic analyses of learning. In Khun, D. & Siegler, R. (Eds.) *Handbook of child psychology, vol. 2* (464–504). New York : John Wiley & Sons.