

Introduction

Cédric FLUCKIGER¹
Laetitia BOULC'H²
Sandra NOGRY³
Christophe REFFAY⁴

1. Université de Lille, ULR 4354, CIREL - Centre Interuniversitaire de Recherche en Éducation de Lille, 59000 Lille, France

2. Université Paris Cité, Laboratoire EDA, 75006 Paris, France

3. Cergy Paris Université, INSPE de Versailles, Laboratoire EMA, 95000 Cergy-Pontoise, France

4. Université de Franche-Comté, ELLIADD, 25000 Besançon, France

Le projet IE CARE

Le projet « Informatique à l'école : conceptualisations, accompagnement, ressources » IE CARE, dont est tiré cet ouvrage, visait à comprendre et proposer des conditions et modalités durables d'un enseignement de l'informatique à l'école obligatoire. Il s'est déroulé de 2019 à 2023, mobilisant une communauté de chercheurs en sciences de l'éducation et de la formation, informatique, psychologie, sciences du langage notamment.

Ce projet faisait suite à un autre projet (projet Didactique et apprentissage de l'informatique à l'école – DALIE), financé par l'Agence nationale de la recherche (ANR), qui s'était intéressé à la mise en œuvre d'une approche curriculaire de l'enseignement de l'informatique à l'école primaire, notamment à l'occasion de séances en rapport avec la robotique pédagogique, le traitement de données numérisées et la familiarisation avec les enjeux liés au développement massif de ces technologies dans nos sociétés.

Concernant les terrains de recherche, deux objectifs majeurs ont été poursuivis dans le projet IE CARE :

- étudier les pratiques et représentations existantes, c'est-à-dire celles qui existent avant même nos actions de formation et hors des scénarios et outils que nous cherchons à développer ;
- concevoir et développer des outils, à travers des processus collaboratifs avec des formateurs et enseignants.

Par ses objectifs, ses cadres théoriques et sa méthodologie générale, ce projet relève de la *didactique de l'informatique*. Ce qui caractérise la didactique et la spécifie par rapport aux autres disciplines

qui étudient les phénomènes d'enseignement et d'apprentissage, c'est qu'elle se focalise sur les contenus enseignés et appris, en cherchant à investiguer les processus, difficultés, conditions qui sont propres à un type de contenu, une matière scolaire, une discipline. Comme le formule Johsua dans sa discussion avec Lahire :

Il est possible que ce soit pareil d'enseigner la poésie ou les mathématiques, mais avant de conclure dans ce sens, il faut d'abord se demander ce qui est spécifique aux mathématiques, ce qui est spécifique à la poésie. (Lahire et Johsua, 1999, p. 31)

Concernant l'informatique, la didactique peut donc étudier finement la mise en place des enseignements d'informatique (qui est décrite dans le premier chapitre de l'ouvrage), en interrogeant ce qu'il y a de spécifique à ces contenus :

- en lien avec la nature des savoirs en jeu : apprendre à faire une boucle dans un environnement de programmation pour enfants est une tâche cognitive spécifique, différente, par exemple, de l'apprentissage d'une poésie et qui posera des difficultés et des obstacles didactiques particuliers ;
- en lien avec l'organisation curriculaire des contenus : il n'est pas neutre par exemple qu'au collège, l'enseignement de l'informatique ne relève pas d'une matière spécifique mais soit pris en charge par les mathématiques et la technologie ;
- en lien avec la reconnaissance sociale qu'ont ces savoirs au sein de la société : considère-t-on qu'il y a besoin de les apprendre ou que le seul usage par les enfants d'outils numériques suffit à en faire des « natifs numériques » compétents ? Considère-t-on qu'il est nécessaire de comprendre ce qui se passe derrière l'écran ou que des compétences d'usages peuvent suffire ? Considère-t-on que l'informatique est plutôt une affaire de garçons ou qu'il faut être un « geek » pour y exceller (un peu comme l'idée d'une « bosse des mathématiques » a pu servir à bien des apprenants à dire « les maths, ce n'est pas pour moi ») ?

Pour répondre à ces questions proprement didactiques, il est nécessaire de bien comprendre la nature du savoir enseigné. C'est pour cette raison que, dans une démarche didactique, doivent collaborer à la fois des spécialistes de la discipline de référence (l'informatique telle qu'elle s'enseigne dans le supérieur ou se pratique dans les travaux de recherche en informatique) et des spécialistes de l'enseignement scolaire, habitués aux méthodes de recherches et concepts permettant de décrire ces enseignements.

Toutefois, si l'ouvrage relève de la didactique (de l'informatique), tous les auteurs ne s'inscrivent pas dans les cadres théoriques

de la didactique. En effet, pour éclairer les phénomènes d'enseignement, d'apprentissage et la formation à cet enseignement, le projet a fait appel à des spécialistes de divers points de vue sur l'enseignement et l'apprentissage : didacticiens, psychologues, linguistes. . . Ainsi, certains concepts spécifiquement didactiques sont mobilisés (les notions de disciplines, de classe de situations, de champ conceptuel, de « rapport à »..), alors que d'autres travaux mobilisent d'autres concepts, construits dans d'autres disciplines.

Par ce croisement des regards, cet ouvrage rend compte de travaux de recherche mais se veut à destination d'un large lectorat : enseignants-chercheurs, étudiants en master d'enseignement, enseignants, conseillers pédagogiques, concepteurs de ressources pour la classe, éditeurs de manuels scolaires, etc. Il porte donc une exigence d'écriture scientifique, qui veut que les affirmations soient étayées (par nos propres résultats empiriques ou par une revue de littérature de recherche), que tout ce qui peut faire résultat soit soumis à une entreprise de justification collective, qui est la marque du discours scientifique. Les chapitres de cet ouvrage sont des chapitres problématisés, les questions initiales sont envisagées par le prisme de cadres théoriques qui sont explicités. Dans le même temps, l'ouvrage cherche à éviter les formes de discours abscons et à destination d'un lectorat d'initiés. Il vise à une forme de diffusion des savoirs, sans rien sacrifier à la rigueur du discours.

En ce sens, l'ouvrage s'inscrit dans le projet même des recherches en didactique, qui sont des recherches impliquées. Le projet de construction de connaissances sur les dynamiques, processus et difficultés d'enseignement et d'apprentissage n'a de sens que s'il rencontre les savoirs issus de la pratique, que portent les praticiens, enseignants, conseillers, etc. La didactique n'est en effet pas normative, au sens où il ne s'agit pas de proposer des recettes toutes faites pour bien enseigner. On sait depuis longtemps qu'une telle démarche ne donne pas de résultats, les conditions et pratiques effectives étant souvent bien éloignées des laboratoires. En revanche, les résultats s'inscrivent dans ce que Reuter nommait un « horizon praxéologique ». Le lecteur ne trouvera donc pas ici l'illusion d'une « bonne méthode » à appliquer ou de l'outil parfait pour surmonter les difficultés des élèves. Il trouvera en revanche des éléments de compréhension, des points d'attention qui, associés aux savoirs pratiques des enseignants, permettront à ceux-ci de mieux saisir les conditions et les enjeux d'enseigner l'informatique dès le plus jeune âge.

Pour comprendre les conditions d'un enseignement de l'informatique, l'ouvrage rassemble onze contributions qui s'intéressent aux trois processus fondamentaux :

- enseigner (de la part des enseignants);

- apprendre (pour les élèves) ;
- former (les enseignants).

Comprendre l'enseignement, l'apprentissage et la formation nous a conduit à investiguer :

- les prescriptions ;
- les représentations des sujets (élèves et enseignants principalement) sur l'informatique, son importance, son utilité, etc. ;
- les pratiques de classe, celles qui existent dans les classes ou celles que le chercheur peut susciter ;
- les ressources à disposition des élèves et des enseignants pour accompagner ou susciter ces apprentissages.

Il s'est en réalité avéré bien difficile d'enquêter sur les pratiques en classe. Il y a des raisons circonstancielles à ces difficultés : les deux années de confinement et de limitation des cours en présentiel ont rendu l'accès aux classes compliqué, que ce soit pour enquêter sur des pratiques ordinaires ou pour monter des expérimentations. Pour autant, cela révèle aussi qu'au-delà des prescriptions, cet enseignement est relativement peu mis en œuvre en classe.

Partie 1. Enseigner l'informatique à l'école

La première partie de l'ouvrage, composée de quatre chapitres, porte sur l'enseignement de l'informatique à l'école primaire. Un premier constat y est posé : les prescriptions et recommandations qui portent sur cet enseignement ainsi que les ressources à disposition sont nombreuses ; néanmoins, ces documents sont porteurs de visions de l'informatique et de prescriptions qui peuvent paraître contradictoires, ce qui soulève de nombreuses questions quant à leur mise en œuvre.

Le premier chapitre de l'ouvrage, « Quel enseignement de l'informatique à l'école primaire en France ? Réflexions sur 40 ans de développements », retrace l'histoire de l'enseignement à l'école primaire depuis les années 1980. Georges-Louis Baron revient sur l'évolution des politiques publiques durant ces quatre décennies en précisant la place accordée à la programmation et aux objets d'enseignement qui relèvent de la science informatique au cours de cette période. Ce chapitre revient ensuite sur l'évolution des recherches sur cette question, en mettant en exergue la structuration progressive d'une communauté francophone de recherche sur la didactique de l'informatique. Le chapitre se conclut par la présentation de quelques-uns des enjeux actuels pour ce champ de recherche.

Le deuxième chapitre, « Quel enseignement de l'informatique dans la scolarité obligatoire en France ? Analyse des programmes et manuels », vise à appréhender l'informatique en tant que discipline scolaire en analysant les textes institutionnels, programmes

scolaires et manuels publiés ces dernières années dans le but d’orienter les pratiques des enseignants. Dans ce chapitre, la vision de l’informatique portée par les textes officiels est interrogée, les contenus introduits dans les programmes et les manuels sont analysés, les finalités assignées à ces contenus sont discutées. Au fil de ces analyses, apparaissent des tensions entre une vision de l’enseignement de l’informatique centrée sur l’éducation à la citoyenneté – il s’agit de donner aux enfants des clés pour leur permettre de comprendre le monde numérique qui les entoure – et la volonté de constituer une véritable discipline informatique initiant les élèves à la programmation et à la pensée informatique, nécessaire pour comprendre les évolutions technologiques actuelles telles que l’intelligence artificielle (IA). Des écarts entre les visions portées par les textes officiels, les programmes scolaires et les manuels sont également soulignés. À l’issue de ces analyses, les auteurs ré-interrogent les conditions nécessaires au développement d’une discipline informatique à l’école primaire.

Comment les enseignants se saisissent-ils de ces prescriptions et des ressources à leur disposition pour mettre en place un enseignement de l’informatique dans leur classe? Telle est la question traitée dans les chapitres 3 et 4.

Le chapitre 3 « Pratiques envisagées des enseignants pour un enseignement de l’informatique à l’école primaire », présente les résultats d’enquêtes réalisées sur les pratiques d’enseignement de l’informatique à l’école primaire. Partant du constat que les prescriptions formulées dans les programmes ne sont pas systématiquement mises en œuvre, les auteurs choisissent d’interroger la perception qu’en ont les professeurs des écoles (PE). Il apparaît que ceux-ci ont conscience des enjeux relatifs à cet enseignement, mais ont une représentation floue de ce qui leur est demandé. Leur rapport personnel à l’informatique semble un facteur déterminant pour la mise en œuvre d’un enseignement de contenus relatifs à l’informatique dans leur classe. En articulant des approches issues de la didactique et de l’ergonomie, une analyse des pratiques déclarées est ensuite réalisée; les critères de choix des artefacts utilisés pour ces enseignements font l’objet d’une attention particulière.

Dans le prolongement de cette étude, le chapitre 4 « Quelles ressources pour enseigner l’informatique dans le premier degré? Une étude de cas », propose de mettre à jour l’évolution des ressources utilisées et produites par une professeure des écoles pour enseigner l’informatique dans une perspective diachronique. À partir d’observations de séquences d’initiation à la programmation proposées par cette enseignante durant plusieurs années, les auteurs caractérisent les ressources qu’elle met à la disposition de ses élèves, et leurs évolutions d’une année sur l’autre. Les premières ressources proposées, inspirées d’activités décrites dans son manuel de mathématiques, sont progressivement

adaptées, modifiées, enrichies par d'autres ressources intermédiaires, conçues pour répondre aux besoins des élèves et leur permettre de dépasser les difficultés rencontrées. Comme le soulignent les auteurs, ces évolutions témoignent d'un éloignement d'un ancrage relevant de la didactique des mathématiques, très présent la première année, pour aller vers l'intégration progressive de nouveaux repères et connaissances qui relèvent davantage de la didactique de l'informatique.

Partie 2. Apprendre l'informatique à l'école

Les trois chapitres qui composent la deuxième partie de cet ouvrage s'intéressent aux apprenants ; d'une part, à la manière dont évoluent leurs rapports à l'informatique et à son apprentissage ; et d'autre part à la manière dont ils s'approprient les objets et les notions d'informatique au sein des situations didactiques qui leurs sont proposées, notamment la programmation de robots, qu'ils soient physiques ou virtuels. Les chapitres apportent également un éclairage sur la manière dont les méthodologies de recherche déployées en sciences de l'éducation, en psychologie et/ou en informatique peuvent apporter des éléments de réponses à ces différentes questions.

Le chapitre 5 « Ruptures et continuités dans les représentations de l'informatique et de son apprentissage chez les élèves de cycles 3 et 4 », s'intéresse à la manière dont les représentations de l'informatique et de son apprentissage se construisent et se transforment chez les élèves, au cours de leur parcours personnel, en référence à leur culture enfantine. Plusieurs constats émanent de l'analyse des entretiens et des enquêtes par questionnaire menés chez des élèves de cycles 3 et 4. D'une part, que leurs représentations s'ancrent dans une culture numérique influencée par leurs pratiques ordinaires de l'informatique, l'école ne jouant qu'un rôle mineur dans la (trans)formation de leurs rapports à l'informatique. D'autre part, que la majorité des élèves développent un rapport pratique à l'apprentissage et adoptent difficilement une posture de secondarisation. L'absence d'une formation spécifique des enseignants (voir chapitres 1 et 3) induit des pratiques d'enseignement où l'informatique joue la fonction d'outil au service d'autres disciplines et est plus rarement considérée comme objet d'apprentissage. Enfin, les auteurs notent, chez les plus âgés, une prise de conscience de la part qu'occupe l'informatique dans le monde professionnel, tout en considérant que leurs pratiques personnelles sont davantage source de développement de compétences que ce qu'ils font en informatique au collège.

1.

<https://www.education.gouv.fr/au-bo-special-du-26-novembre-2015-programmes-d-enseignement-de-l-ecole-elementaire-et-du-college-3737>

Face aux prescriptions (2015¹) visant à démocratiser l'apprentissage de l'informatique, des environnements tels que Scratch et les robots programmables ont (re)fait leur apparition dans les salles

de classe. Les deux chapitres suivants se focalisent sur ces environnements qui sont censés permettre une immersion graduelle dans les concepts fondamentaux de l'informatique en minimisant les barrières traditionnelles liées à la complexité syntaxique.

Le chapitre 6 « Usages des robots programmables BeeBot en classe : des objets pour apprendre, des objets à apprendre », concerne les robots programmables BeeBot, fréquemment utilisés par les enseignants du primaire, dans l'objectif d'apprendre aux élèves à programmer, ou plus prosaïquement, dans l'objectif dans leur apprendre à les utiliser. À partir de l'analyse de l'activité instrumentée des élèves, les auteurs montrent que le recours à ces outils n'est pas sans poser problème aux plus jeunes : difficulté à comprendre le caractère différé de l'exécution du programme ou le principe du stockage des instructions dans une mémoire. . . Face à ces obstacles les enseignants mettent en œuvre des médiations langagières et instrumentales. Si la plupart des élèves arrivent à comprendre le fonctionnement mécanique du robot et à programmer séquentiellement ses déplacements, les auteurs s'interrogent néanmoins sur la compréhension qu'ils ont des notions informatiques sous-jacentes et pointent l'importance, pour l'enseignant, d'identifier les concepts en jeu pour parvenir à proposer des situations adaptées. Les auteurs de cette contribution soulèvent finalement la question du choix des artefacts : les fonctionnalités réduites et l'absence d'interface du robot BeeBot, ne permettant pas de construire des séquences complexes ou de travailler d'autres concepts informatiques (boucle, condition. . .).

Le chapitre 7 « Zoom sur quelques erreurs récurrentes lors des premiers apprentissages en algorithmique », apporte un regard complémentaire sur la compréhension des concepts informatiques par les élèves de primaire et de collège programmant un robot virtuel à partir, cette fois-ci, d'un environnement de programmation avec un langage par blocs (Scratch). Sur la base d'un corpus de plus de 200 000 élèves âgés de 7 à 15 ans, l'auteur analyse les traces d'interaction tout en prenant appui sur la théorie des champs conceptuels de Vergnaud. Cette méthodologie originale mêlant traitements statistiques de nombreuses données quantitatives et finesse des observations, permet d'identifier précisément les stratégies et erreurs récurrentes des élèves. Utilisée ici sur un exemple concret de programmation par blocs de puzzles de programmation mobilisant la notion de boucle, cette méthodologie ouvre de nombreuses perspectives de recherche. Elle permettrait de mieux comprendre comment s'opère l'apprentissage des notions de base de l'algorithmique dans des environnements de programmation par blocs et, dans une plus large mesure, de donner quelques repères didactiques aux enseignants de primaire et de collège chargés de cette initiation.

Partie 3. Former les enseignants

La troisième et dernière partie de cet ouvrage regroupe quatre chapitres dont les recherches s'appuient sur le recueil de données des acteurs de la formation initiale ou continue des enseignants ainsi que sur la proposition d'un outil d'aide à la conception d'activités dans le champ de la pensée informatique.

Le chapitre 8 « Enseigner l'informatique à l'école primaire : quelques caractéristiques des représentations des formateurs d'enseignants du premier degré », est une enquête auprès des formateurs en charge de la formation continue et de l'accompagnement des professeurs des écoles pour développer leurs compétences en informatique : les enseignants référents pour les usages du numérique et des conseillers pédagogiques du premier degré dans deux académies. Cette enquête constitue un relevé des représentations que se font ces acteurs de l'informatique à l'école. Elle montre en particulier que ces deux types d'acteurs s'accordent à dire que l'informatique (en tant que discipline) n'est pas vraiment inscrite dans les programmes de l'école primaire. Leurs actions de formation portent plus souvent sur les habiletés à enseigner avec les outils informatiques (web radio, tableau numérique interactif – TNI, *padlet*, etc.) qu'à enseigner les fondements de l'informatique en tant que discipline (programmation, robotique, codage de l'information, etc.).

Le chapitre 9 « Connaissances pour enseigner l'informatique : analyse textuelle de productions d'enseignants de l'école primaire », porte plus spécifiquement sur une l'analyse textuelle de ressources produites par les enseignants eux-mêmes pour décrire des séquences d'enseignement de l'informatique qu'ils ont conçues et parfois mises en œuvre dans le cadre de leur formation initiale. La méthode proposée est basée sur des techniques lexicales et statistiques et vise l'analyse de corpus de grande taille en vue de repérer les thèmes récurrents dans un tel corpus. Dans ce chapitre, les auteurs vérifient la cohérence des résultats obtenus par rapport à des analyses antérieures. Ces analyses visent à mettre en évidence les connaissances mobilisées par les enseignants stagiaires. Il apparaît que dans ces productions, la nature des connaissances et du lexique utilisé varie en fonction de l'échelle à laquelle est décrite la séquence d'apprentissage. Ainsi, les notions informatiques sont davantage citées dans les descriptions de la séquence d'apprentissage dans sa globalité en référence aux textes de cadrage que dans la partie des ressources décrivant concrètement les activités à mener en classe avec les élèves. La référence explicite à différentes notions informatiques varie également selon la nature de l'activité proposée (robotique / informatique débranchée / programmation visuelle) et le niveau scolaire des élèves. Ces constats soulèvent différentes questions

relatives à la nature des transpositions didactiques opérées par les enseignants stagiaires lors de la conception de ces séquences.

Le chapitre 10 « Former les enseignants à et par la programmation informatique cocréative en formation initiale » est situé dans le contexte de la formation initiale des enseignants et porte justement sur la programmation. Il décrit un écosystème de recherche création pédagogique dans lequel les étudiants (enseignants stagiaires) développent des compétences en acte pour engager leurs élèves dans la pensée informatique. Guidé par une approche expérientielle, l’environnement proposé par le formateur est peuplé de défis et de ressources, mais surtout d’espaces d’interaction entre pairs permettant la collaboration et la créativité pour toucher à la pensée complexe à travers ces interactions variées. D’un point de vue méthodologique, les chercheurs s’appuient sur les portefeuilles de projets des étudiants pour y mesurer les niveaux de compétence de la pensée complexe, appliqués à la programmation cocréative.

Dans le quatrième et dernier chapitre de cette partie (chapitre 11, « Assister les enseignants du primaire dans l’enseignement de la pensée informatique. Une approche basée sur la scénarisation et vers les *teaching analytics* »), les auteurs présentent la genèse d’un outil de scénarisation d’activités pédagogiques visant l’apprentissage de la pensée informatique. Ce processus, centré sur les utilisateurs, a débuté par une construction négociée d’un modèle de scénarisation d’activités d’enseignement. Ce modèle a ensuite été réifié dans une plateforme accessible en ligne pour soutenir les nombreux enseignants qui débutent dans l’enseignement de la pensée informatique, dans la construction de leurs compétences dans ce domaine. Un exemple permet d’illustrer les fonctionnalités que propose la plateforme. Cette dernière a été testée à plusieurs reprises et les premières traces d’utilisation laissées par les enseignants dans la plateforme sont analysées pour pouvoir envisager de fournir des rétroactions aux utilisateurs lors de la préparation de leurs séances portant sur la pensée informatique. L’ambition de cette plateforme est de proposer un moyen concret et pratique aux enseignants pour soutenir leur formation dans ce domaine qui leur est souvent éloigné.

Pour citer ce chapitre :

Fluckiger, Cédric, Boulc’h, Laetitia, Nogry, Sandra, et Reffay, Christophe (dir.) (2024). « Introduction », dans *Enseigner, apprendre, former à l’informatique à l’école : regards croisés*, Université Paris Cité, p. 1-9. <https://doi.org/10.53480/2024iecare0bn/>

