



**HAL**  
open science

# Confronter l'observation et les théories explicatives pour comprendre l'apprentissage de la programmation informatique à l'école primaire

Marie Valorge, Stephane Simonian, Rawad Chaker

## ► To cite this version:

Marie Valorge, Stephane Simonian, Rawad Chaker. Confronter l'observation et les théories explicatives pour comprendre l'apprentissage de la programmation informatique à l'école primaire. Colloque Prune, Perspectives de Recherche sur les usages du Numérique dans l'éducation 2020, Laboratoire Techné et Comue Léonard de Vinci, Jun 2020, Poitiers, France. <hal-04941382>

**HAL Id: hal-04941382**

**<https://hal.science/hal-04941382v1>**

Submitted on 11 Feb 2025

**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.



HAL Authorization

# Confronter l'observation et les théories explicatives pour comprendre l'apprentissage de la programmation informatique à l'école primaire

## *Confronting observation and explanatory theories to understand computer programming in primary school*

**Marie Valorge**, doctorante

**Stéphane Simonian**, professeur des universités

**Rawad Chaker**, maître de conférences

Éducation, Cultures, Politiques (EA 4571), Université Lumière Lyon 2

**Résumé.** Cet article présente les premières étapes d'une recherche en cours visant à identifier les conditions qui favorisent l'apprentissage de la programmation informatique à l'école primaire, suivant un processus abductif. La première analyse qualitative des fiches de terrain renseignées dans 27 classes entre novembre 2018 et janvier 2019 montre que les écolières et les écoliers apprennent la programmation informatique dans un environnement composé autant d'interactions sociales que techniques. Ces résultats nous amènent à esquisser un cadre théorique pour décrire l'activité d'apprentissage à partir des interactions entre les élèves et les artefacts, entre les élèves et entre les élèves et l'enseignante ou l'enseignant, en tenant compte des facteurs extrinsèques. Appuyé sur la théorie de l'activité, les études de l'interaction homme-machine (IHM) et le concept d'affordance socioculturelle, ce cadre pluriel et holiste ambitionne de définir les composantes d'un environnement d'apprentissage propice au développement de la pensée informatique des élèves de l'école primaire.

**Abstract.** *This paper presents the first stages of a research in progress aiming to identify the conditions which promote the learning of computer programming in primary school, following an abductive process. The first qualitative analysis of the field sheets completed in 27 classes between November of 2018 and January of 2019 shows that schoolchildren learn computer programming in an environment composed of social as well as technical interactions. These results lead us to sketch a theoretical framework to describe the learning activity from the interactions between students and technologies, between students, and between students and the teacher considering extrinsic factors. Based on activity theory, studies of human-machine interaction (HMI) and the concept of socio-cultural affordance, this plural and holistic framework aims to define the components of a learning environment that support the development of schoolchildren computational thinking.*

**Mots clefs :** Apprentissage de la programmation informatique, robotique pédagogique, école primaire, interactions, collaborations

**Keywords:** *Computer programming learning, educational robotics, primary school, interactions, collaborations*

## Introduction

La programmation informatique a été inscrite dans les programmes scolaires français de l'école primaire en 2015 (MEN, 2015), et réactualisé dans certains documents d'accompagnement dès 2018 (DGESCO, 2018 ; MEN, 2019). L'apprentissage de la programmation informatique vise la compréhension par les élèves du « monde numérique » et, ce faisant, à tisser un lien entre l'école et les connaissances relatives à ce monde qu'ils acquièrent dans des contextes extra-scolaires (Vandeveldt et Fluckiger, 2020). Pour Margarida Romero, Benjamin Lille et Azeneth Patiño (2017), la programmation informatique est le moyen d'acquérir la « pensée informatique », « une littératie de conceptualisation et d'abstraction » qui participe à savoir résoudre des problèmes, pour l'insertion à venir des enfants dans une société technologique, mouvante et interculturelle. Mis en œuvre par l'utilisation d'artefacts numériques, l'apprentissage de la programmation informatique est aussi susceptible de favoriser la motivation des élèves et donc leur engagement dans les apprentissages (Gallon *et al.*, 2018). Plus concrètement, et plus spécifiquement à l'école primaire, pour Pierre Tchounikine (2017), le but de l'apprentissage de la programmation informatique est l'acquisition de la « pensée algorithmique », c'est-à-dire « savoir réfléchir aux tâches à accomplir pour résoudre un problème en termes d'étapes et d'actions », et ceci implique la prise de connaissance de notions informatiques, soit « quatre instructions de base des algorithmes » qui ont été définies par l'INRIA en 2018 : (1) séquence, (2) branchement, (3) variable et (4) boucle.

Du point de vue des élèves de l'école primaire, une des difficultés concerne donc l'acquisition de nouvelles notions, par la prise en main de nouvelles « technologies » — comprenant l'ensemble des artefacts qui servent l'effectuation d'une tâche (Norman, 1999a) —, qui induisent l'apprentissage de nouveaux « signes » (Norman, 1999b ; Fishkin, 2004). D'autre part, à l'école primaire, la programmation informatique n'est pas une discipline à part entière : elle s'apprend dans d'autres disciplines — en mathématiques principalement — ou dans « des travaux interdisciplinaires » (MEN, 2016) ; elle s'inscrit aussi dans des activités pédagogiques dites innovantes — accès à des concepts par la manipulation d'objets, travail de groupe et en autonomie partielle, apprentissage par la découverte ou par le jeu —, dont les effets sur l'acquisition de connaissances ont été peu ou mal évalués (Tricot, 2017).

Dans cette présentation, relativement à l'état d'avancement de notre recherche, nous exposerons les résultats de la première phase exploratoire d'une démarche abductive. Ceux-ci nous amèneront à définir un cadre théorique pluriel, pour analyser l'activité des éolières et des écoliers qui apprennent la programmation informatique d'un point de vue holistique et en termes d'affordances.

# 1. Problématique et première phase exploratoire d'une approche abductive

## 1.1. Problématique de la recherche

L'apprentissage de la programmation informatique implique pour les élèves de l'école primaire la prise de connaissance d'un ensemble de nouveaux concepts, objets et signes, au moyen d'activités pédagogiques dont les effets restent à évaluer. Un des premiers enjeux est donc de comprendre ces nouveaux environnements d'apprentissage du point de vue de l'activité des élèves : comment les élèves des écoles primaires apprennent-ils la programmation informatique ? Plus spécifiquement, quelles sont les composantes de l'environnement d'apprentissage qui contribuent à l'acquisition des connaissances en programmation informatique par les écolières et les écoliers ? Comment et dans quelle mesure y contribuent-elles ?

Pour préciser ces questions tout en leur fournissant des éléments de réponses, nous suivons une démarche abductive « par observations et inférences logiques » (Angué, 2009).

## 1.2. Les trois phases d'un processus abductif

Dans la méthode scientifique abductive définie par Charles Sanders Peirce (2002), trois phases se succèdent. La phase abductive (1) et la phase inductive (3) ont en commun une approche initiale sur le terrain sans théorie préétablie, « fondée sur l'étonnement face à un événement sans explication » (Nunez Moscoso, 2013) ; elles visent à extraire une étendue de connaissances sur l'objet de recherche. La phase déductive (2) est explicative. Mais alors que le processus inductif a pour objectif une généralisation des résultats de l'observation, le processus abductif vise la définition d'hypothèses. La méthode abductive dans son ensemble tend vers l'élaboration d'hypothèses explicatives, soit de « conclusions [qui] ne peuvent au mieux qu'être plausibles » (Angué, *op. cit.*). En 2015, Lionel Dechamboux et Lucie Mottier Lopez ont comparé cette approche scientifique au processus d'évaluation des apprentissages des élèves pratiqué par leurs professeurs.

## 1.3. La 1<sup>re</sup> phase abductive comprise dans une démarche ethnographique et exploratoire

Nous sommes présents sur le terrain du projet PREP<sup>1</sup> depuis novembre 2018 alors que 39 classes des 3 cycles de l'école primaire, puis 75 depuis octobre 2019, sont initiées à la programmation informatique au cours de 4 séances hebdomadaires, 2 fois par an. Nous y soutenons les interventions des professeurs des écoles relatives à l'enseignement de la programmation informatique par la mise à disposition de matériels (robots et applications pédagogiques, supports complémentaires) et par un accompagnement ponctuel qui prend la forme d'aide ou de conseil (Robbes, 2020). Durant l'année scolaire 2018-2019 sur le terrain PREP, auprès des professeurs des écoles et des élèves, notre position nous a permis d'être « impliqués » en observant,

<sup>1</sup> Le projet Programmation du robot à l'école primaire (PREP) est une expérimentation conduite entre 2018 et 2021 dans 7 écoles primaires de la métropole lyonnaise par le laboratoire Éducation, Cultures, Politique (Université de Lyon) ; il est soutenu par la Région Auvergne-Rhône-Alpes.

discutant, agissant occasionnellement mais sans impératif, suivant la posture définie par Peter Woods dans le champ de l'ethnographie de l'école : « n'ayant pas à prendre parti [...], en mesure de prêter une oreille sympathisante à chacun » (Woods, 1979, cité par Berthier, 1996, p. 18). L'approche du terrain définie par les ethnographes nous a aussi invités à « accepter de perdre le nord [...] pour que l'objet théorique puisse se transformer à la lumière des découvertes issues des observations » (Vidal & Morrissette, 2014).

Entre novembre 2018 et janvier 2019, dans la première phase abductive de notre recherche qui visait à découvrir comment les élèves des écoles pilotes du projet PREP apprennent la programmation informatique, nous avons observé 45 séances de 40 minutes dans 10 CP et de 60 minutes dans 17 classes de tous les autres niveaux, et pris des notes de terrain. Lors de cette première approche, nos observations ont principalement été focalisées sur l'activité enseignante. Les notes de terrain ont été rédigées sur notre ordinateur durant les activités d'enseignement de la programmation informatique et/ ou immédiatement après l'observation. Ce sont des notes descriptives qui « décrivent les événements, rapportent les choses vues, entendues et répétées, relatent les conversations avec les personnes et entre elles » (Deslauriers, 1997, p. 63). Elles sont plus ou moins exhaustives, et parfois complétées de photographies numériques.

La première catégorisation de ces informations émergées du terrain est inspirée du schéma des situations de travail établi en ergonomie du travail pour l'établissement d'un « prédiagnostic » ou « diagnostic hypothétique » (Rabardel *et al.*, 2010, p. 81). Suivant ce modèle, nos premières catégories sont les suivantes :

- *Les déterminants des apprenants* sont leur niveau scolaire et quelques spécificités des élèves relevées par la ou le professeur (élèves « en difficulté » ou « agités », par exemple).
- *Les déterminants de l'enseignement* comprennent les artefacts mis à disposition pour la recherche PREP ainsi que les autres artefacts éventuellement utilisés par les professeurs ou les élèves, le réagencement volontaire de l'espace, l'ambiance, la durée de l'activité si elle a été modifiée par rapport au scénario initial, les consignes particulières données par la maitresse ou le maitre, ainsi que l'organisation générale de la classe (prises de parole devant la classe entière, travail en autonomie des élèves, interventions de la ou du professeur des écoles dans les groupes de travail, *etc.*)
- *Les activités d'apprentissage réelles* comprennent les postures physiques des actrices et des acteurs, leurs déplacements dans l'espace, ainsi que certaines collaborations et certains échanges verbaux qui ont pu être relevés.
- Sont aussi catégorisées de façon complémentaire les notes relatives au comportement des chercheuses et des chercheurs (Deslauriers, *op. cit.*), ainsi que d'autres notes issues d'échanges informels tenus avec les enseignantes et les enseignants et plus rarement avec les élèves, pendant, avant ou après la classe.

## 2. Résultats émergés du terrain

### 2.1. Invariants de l'activité d'enseignement de la programmation informatique

Les invariants relevés dans l'activité enseignante sur le terrain PREP sont les suivants :

- **Une organisation alternant 3 temps** (Tableau 1, p. 6) : (1) des interventions de la maitresse ou du maitre devant la classe entière (présentation de la séance, consignes, points sur les connaissances acquises) ; (2) la mise au travail des élèves en autonomie et en petits groupes (constitués de 2, 3 ou 4 élèves, travaillant principalement au sol, autour de robots, d'applications numériques et/ ou d'autres supports pédagogiques tel des cartes, des papiers et des crayons) ; (3) des questionnements adressés par l'enseignante ou l'enseignant à un élève, à un groupe ou à la classe entière.
  - Plus précisément :
    - Les consignes (temps 1) ont trait plus généralement l'organisation de l'activité : constitution des groupes, partage des tâches, utilisation du matériel.
    - Les questions posées par la ou le professeur des écoles aux élèves (temps 3) sont relatives aux découvertes faites par les élèves, en autonomie.
    - Les points sur les connaissances acquises (temps 1) sont relatifs à des notions issues des programmes scolaires, mais, de façon variable, à l'expression orale, aux déplacements dans l'espace, à des notions de géométrie ou à des notions informatiques.
  - Dans cette catégorie, l'importance accordée à chacun de ces temps par l'enseignante ou l'enseignant est aussi variable.
- **Une importance accordée aux technologies**<sup>2</sup> en tant que support des apprentissages de la programmation informatique (Tableau 2, p. 7) :
  - Les groupes d'élèves sont réunis en autonomie autour des technologies pour apprendre la programmation informatique.
  - Le partage des tâches est organisé par le partage des technologies.
  - De nouveaux autres artefacts sont ajoutés au fil des activités, pour renforcer l'autonomie, la découverte ou le partage des tâches.
- **Une importance accordée aux interactions verbales** :
  - Des questionnements organisent les échanges entre le professeur et les élèves.
  - Les élèves sont mis en autonomie et en groupe pour apprendre la programmation informatique en coopérant.

<sup>2</sup> Suivant Donald A. Norman (1999a), une technologie est un artefact qui sert l'effectuation d'une tâche, aussi complexe ou simple soit-il. Dans notre contexte, les technologies sont les robots programmables et les applications numériques mais aussi les autres artefacts non numériques : papiers/ crayons, tapis et marquages au sol, schémas réalisés par les enfants et leurs déplacements du corps dans l'espace quand ils sont mémorisés et reproduits.

Tableau 1 : Organisation des activités d'apprentissage de la programmation informatique sur le terrain PREP, extraits des notes de terrain


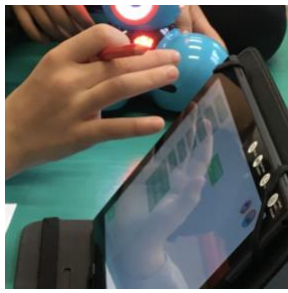

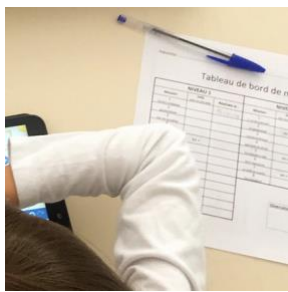



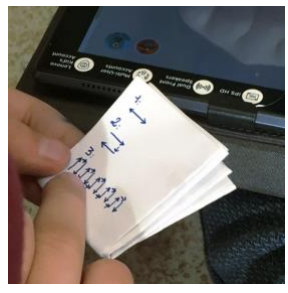

Temps communs		Extraits des notes
(1) Interventions de la maitresse ou du maitre devant la classe entière	Présentations	[CE1 2-0] [La maitresse] assoit les enfants « sur le carré vert ». Elle nous présente, elle leur présente les robots.
	Consignes	[CP 1-6] [La première maitresse précise les] « règles de sécurité », [l'] utilisation du « garage ». L'autre maitresse installe les groupes : « Pour l'instant il est au garage, personne n'y touche. »
		[CP 1-0] M : « On appuie sur la croix pour effacer tout ce qu'il a dans la tête. »
	Points	<b>[Vocabulaire]</b> [CE1 2-1] M : « [...] il faut des pieds pour marcher : [le robot sait] "se déplacer", pas en marchant mais en roulant. »
		<b>[Géométrie]</b> [CE2 3-3] M : « C'est 90° là : y a que des angles droits là. »
<b>[Informatique]</b> [CE2 3-3] M : « On a dit qu'il fallait associer un événement à une action. »		
(2) Mise au travail des élèves en autonomie et en petits groupes		
(3) Questionnements adressés par l'enseignante ou l'enseignant	À un élève	[CE2 3-3] M : « Qu'est-ce qui change ? Regarde au tableau : qu'est-ce qui varie ? »
	À un groupe	[CM1 4-7] M : « Vous avez réussi à lui faire faire quelque chose ? Non ? Bon ben j'arrive. [...] Alors qu'est-ce que vous voulez lui faire faire ? »
	À la classe	[CE1 2-1] M : « Qu'est-ce qu'il est capable de faire ce petit robot ? [...] Comment il reste sur le parcours ? Pourquoi il s'échappe pas ? [...] Nous les humains on fait comment ? [...] Il a des yeux ? »

Tableau 2 : Technologies du terrain PREP, extraits des notes de terrain

Supports des scénarios communs	<p><b>Technologies numériques :</b> Plusieurs robots programmables et applications numériques dédiés à l'initiation à la programmation informatique sont utilisés par les classes du terrain PREP</p>	 
	<p><b>Autres supports :</b> Certains fabricants de ces technologies proposent d'autres supports associés pour les plus petits. Les professeurs des écoles pilotes et les enseignantes référentes en ont conçu d'autres collectivement, avant les activités.</p>	 
Supports ajoutés au fil des séances	<p><b>Par les professeurs :</b> Des marquages au ruban adhésif, des planchettes de bois ou des vêtements, ont servi à créer des parcours ou des obstacles pour les robots. De « faux robots » ont permis à certains enfants de se concentrer sur leur programme.</p>	 
	<p><b>Par les élèves :</b> Des élèves ont conçu des schémas pour soutenir l'écriture de programmes ; les déplacements du corps dans l'espace ont été utilisés par d'autres pour assister leur compréhension des déplacements des robots.</p>	 

## 2.2. L'environnement de l'apprentissage

Dans les écoles primaires pilotes du projet PREP, les élèves apprennent donc la programmation informatique dans un environnement composé d'une offre d'interactions sociales et techniques.

Ces premiers résultats nous ont amenés à considérer l'initiation à la programmation informatique comme un environnement d'apprentissage « sociotechnique », qui implique une approche « transversale et interdisciplinaire » (Albero, 2004). Dans le cadre de la théorie de l'activité, Yrjö Engeström (1987, p. 59) a modélisé l'activité humaine en considérant les relations du sujet aux composantes de son environnement dans un système d'interactions évolutif. Dans ce système, des médiations portent le sujet vers un objectif et pour un résultat, par l'intermédiaire d'instruments ; ces

médiations sont soutenues par une communauté, elle-même régie par des règles et une division du travail. Ainsi, dans l'activité d'apprentissage, la « méthodologie » est un instrument (*op. cit.*, pp. 133-135). La référence à ce cadre d'analyse nous invite à considérer, d'un « point de vue holiste » sur l'activité (Albero, 2013), les différentes composantes des environnements d'apprentissage de la programmation informatique à l'école primaire et leurs relations, et cela du point de vue de l'activité des sujets élèves. Plus concrètement, il s'agira de s'arrêter sur les relations élève-instruments (les relations avec les artefacts, avec les professeurs des écoles, et avec les pairs), de comprendre l'impact des déterminants qui portent l'activité (les prescriptions des différents niveaux hiérarchiques de l'organisation scolaire), voire celui des facteurs extrinsèques au système d'activité (tels l'expérience et les représentations des actrices et des acteurs). Et ceci afin de savoir ce qui, dans l'environnement d'apprentissage et en deçà de cet environnement physique, participe aux apprentissages effectifs de la programmation informatique des écolières et des écoliers.

### **3. Cadres théoriques de référence**

#### **3.1. La relation sujet-instruments : cadres explicatifs**

##### **3.1.1. Interagir avec les artefacts pour apprendre**

Dans le champ des Interactions Homme-Machine (IHM), Kenneth P. Fishkin (2004), Kenneth P. Fishkin et ses collègues (1999), puis en didactique de l'informatique, Julie Henry, Bruno Dumas et Antoine Bodart (2018), ont proposé de considérer les technologies comme un ensemble de signes offerts à l'utilisatrice ou l'utilisateur pour agir. Précédemment, pour la conception d'interfaces informatiques qui soient intuitivement utilisables, William W. Gaver (1991) et Donald A. Norman (1999a ; 1999b) ont développé des outils théoriques qui permettent de lire la relation, ainsi que l'absence de relation, entre un sujet et des artefacts complexes, tels que le sont les ordinateurs : à partir du concept d'*affordance*, il s'agit de comprendre cette relation en termes de perception, de possibilité et de réciprocité. Initialement définie par James J. Gibson (1979) l'*affordance* est toute relation avec un instrument qui produit une possibilité nouvelle et qui permet au sujet d'agir ; cette relation est interactive puisque, suivant l'approche écologique (Gibson, *op. cit.*), les possibilités perçues impulsent l'action, et ce faisant, elles favorisent le développement du sujet. Suivant cette perspective, d'autres chercheuses et chercheurs ont proposé des outils pour mesurer plus particulièrement le développement des enfants dans leur interaction aux éléments de l'environnement (Heft, 1988 ; Gibson et Pick, 2000 ; Rizzo, 2006 ; Rizzo *et al.*, 2009).

##### **3.1.2. Interagir avec les autres**

Dans l'environnement d'apprentissage de la programmation informatique à l'école primaire, les consignes de la maitresse ou du maitre et les coopérations avec les pairs sont des instruments du système de l'activité (Engeström, 1987). Des outils pour lire la relation entre les actrices et les acteurs dans un contexte d'apprentissage ont été développés avec une focalisation sur la co-élaboration didactique de l'apprentissage par l'enseignante ou l'enseignant et les élèves (Dupuy & Pélissier, 2006 ; Sensevy, 2011), ou sur les situations de collaboration entre pairs (Tartas & Perret-Clermont,

2012 ; Bernard, 2018). Les captations audio-vidéos des activités servent alors de support à l'analyse des interactions langagières.

### **3.1.3. Complémentarité des interactions avec les technologies et avec les autres**

Dans le domaine de la cognition distribuée, la relation sujet-instruments a été précisée du point de vue de la distribution des tâches cognitives. Suivant Edwin Hutchins (2000), dans l'utilisation des artefacts, l'engagement cognitif des sujets est distribué avec les objets techniques et avec les autres sujets qui prescrivent l'activité (conceptrices et concepteurs des technologies, rédactrices et rédacteurs des manuels d'utilisation, enseignantes et enseignants, *etc.*), et avec ceux qui coopèrent pour l'effectuation de la tâche (pairs, enseignante ou enseignant, *etc.*). Dans cette *distribution cognitive*, la mobilisation des artefacts ne favorise pas toujours l'implication cognitive des opératrices et des opérateurs (Hutchins, *op. cit.*) ; autrement dit, la communication sociale sert souvent mieux que la technologie l'effectuation de la tâche ainsi que l'apprentissage (Norman, 2002). Selon cette perspective, la relation du sujet aux artefacts et la relation du sujet aux autres sujets de l'activité sont à considérer dans leur complémentarité.

### **3.2. Tentative d'une approche théorique articulant affordance et analyse holistique de l'activité**

En 2020, les auteurs de l'éditorial aux actes du colloque *L'informatique, objets d'enseignements* ont signalé le manque de lien dans les résultats de recherche entre les phénomènes d'enseignement-apprentissage et les facteurs socioculturels (Caron *et al.*, 2020). Kenneth P. Fishkin (2004) avait précisé comme limite à son analyse que « les métaphores varient d'une culture à l'autre », et William W. Gaver (1991) puis Donald A. Norman (1999b) ont écrit que l'affordance qui lie un sujet à un artefact dépend de son expérience, de ses intentions et de sa culture. Du point de vue des affordances, c'est à partir de la perception du sujet que l'activité, et donc le développement, se réalisent. Il s'agit alors d'étudier une situation d'activité comme un environnement, et cet environnement en tant que système de significations qui permettent ou empêchent la relation entre le sujet et ses autres composantes. À partir de la théorie écologique de la perception de James J. Gibson (1979) Stéphane Simonian a proposé en 2020 un cadre pour identifier les propriétés des composantes d'un environnement d'apprentissage, dont celles qui ne sont pas observables dans l'activité du sujet, telles ses besoins qui conditionnent ses buts, eux-mêmes dépendants de son expérience et de ses déterminants socioculturels. Ce cadre permet de considérer les facteurs socioculturels, à partir de la relation effective du sujet aux instruments, qui dans notre contexte concerne autant la relation du sujet aux artefacts, que la relation du sujet aux autres sujets de l'environnement d'apprentissage, et à l'ensemble des autres pôles des « triangles de l'activité » (Engeström, 1987), puisque ce que produit la relation sujet-instrument peut influencer les règles formelles, l'organisation, le but, la culture, *etc.*

## **Conclusion et perspectives**

Dans cet article, nous avons présenté comment s'est esquissé, par la découverte sur le terrain et la formulation de premiers résultats, la définition d'un cadre théorique qui nous permettra de revenir sur le terrain PREP analyser l'activité d'apprentissage de la

programmation informatique par les écolières et les écoliers, dans la troisième phase de notre étude. Suivant l'analyse de l'activité holistique et le concept d'affordance socioculturelle, il s'agira de lire l'activité à partir de l'évolution des relations entre le sujet et les artefacts, entre le sujet et les autres actrices et acteurs, et plus largement entre le sujet et les composantes intrinsèques et extrinsèques de l'environnement d'apprentissage, afin de comprendre le développement du sujet.

Notre étude s'inscrivant dans le cadre d'un partenariat entre l'université Lumière Lyon 2 et le Réseau Canopé qui édite des ressources à destination des professeurs des écoles, nos résultats devront, *in fine*, participer à la conception de situations d'enseignement qui soient efficaces.

Comme limite actuelle à notre recherche, et suivant les pôles des triangles de l'activité, nous relevons l'absence de précision concernant les objectifs de l'apprentissage de la programmation informatique, compte-tenu des « discours contradictoires » des documents prescripteurs (Vandevelde et Fluckiger, 2020). Aussi, les résultats de nos premières explorations ont révélé que les points sur les connaissances acquises donnés par les professeurs des écoles pilotes du projet PREP sont relatifs à des notions issues des programmes scolaires, mais, de façon variable, à l'expression orale, aux déplacements dans l'espace, à des notions de géométrie ou à des notions informatiques. Cette première analyse doit être complétée par des résultats plus précis sur les objectifs particuliers des enseignantes et des enseignants vis-à-vis de l'apprentissage de la programmation informatique à l'école primaire. Ceux-ci nous amèneront peut-être à préciser ou à redéfinir notre cadre théorique et donc notre prochaine approche du terrain.

## Références

- Albero, B. (2004). Technologies et formation : Travaux, interrogations, pistes de réflexion dans un champ de recherche éclaté. *Savoirs*, 5(2), 9-69.
- Albero, B. (2013). L'analyse de l'activité en sciences de l'éducation : Entre aspirations scientifiques et exigences pragmatiques. *Travail et Apprentissages*, 12, 94-117.
- Angué, K. (2009). Rôle et place de l'abduction dans la création de connaissances et dans la méthode scientifique peircienne. *Recherches Qualitatives*, 28(2), 65-97.
- Bernard, F.-X. (2018). Les apprentissages collectifs instrumentés. Modélisation des situations, analyse des interactions. L'Harmattan.
- Berthier, P. (1996). L'ethnographie de l'école : Éloge critique. Anthropos.
- Caron, P.-A., Fluckiger, C., Marquet, P., Peter, Y., & Secq, Y. (2020). Éditorial. L'informatique, objets d'enseignements : enjeux épistémologiques, didactiques et de formation, 6-10.
- Dechamboux, L., & Mottier Lopez, L. (2015). L'enquête de l'enseignant-évaluateur et du : L'abduction au cœur du processus et quelques raisons de les comparer. *Recherches qualitatives*, 34(1), 173-195.
- Deslauriers, J.-P. (1997). *Recherche qualitative : Guide pratique*. Chenelière McGraw-Hill.

- Direction générale de l'enseignement scolaire [DGESCO]. (2018). *Premières activités de programmation pour comprendre le numérique*. M@gistère.
- Dupuy, C., & Pélissier, C. (2006). Analyse vidéo pour un environnement informatique d'aide à la formation des maîtres. *Innovations, usages, réseaux*, 40-58.
- Engeström, Y. (1987). Learning by expanding: An activity-theoretical approach to developmental research. *Oriente-Konsultit*.
- Fishkin, K. P. (2004). A taxonomy for and analysis of tangible interfaces. *Personal and Ubiquitous Computing*, 8(5). <https://doi.org/10.1007/s00779-004-0297-4>
- Fishkin, K. P., Moran, T. P., & Harrison, B. L. (1999). Embodied User Interfaces: Towards Invisible User Interfaces. In S. Chatty & P. Dewan (Éds.), *Engineering for Human-Computer Interaction* (p. 1-18). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-35349-4\\_1](https://doi.org/10.1007/978-0-387-35349-4_1)
- Gallon, L., Duron, T., Petitcollin, C., Carrincazeaux, F., Meynot, B., Lajus, J., & Gouleau, S. (2018). Robotique pédagogique et persévérance scolaire. *Revue Technologie*, 213, 10-15.
- Gaver, W. W. (1991). Technology Affordances. *Proceedings of CHI'91*, 79-84.
- Gibson, E. J., & Pick, A. D. (2000). *An Ecological Approach to Perceptual Learning and Development*. Oxford University Press.
- Gibson, J. J. (1979). The Theory of Affordances. In R. Shaw & J. Bransford (Éd.), *The Ecological Approach to Visual Perception* (p. 67-82). Houghton Mifflin.
- Heft, H. (1988). Affordances of children's environments: A functional approach to environmental description. *Children's Environments Quarterly*, 5, 29-37.
- Henry, J., Dumas, B., & Bodart, A. (2018). Programmation tangible pour les enfants : Analyse de l'existant, classification et opportunités. *30e conférence francophone sur l'interaction homme-machine*. <https://hal.archives-ouvertes.fr/IHM-2018/hal-01899246v1>
- Hutchins, E. (2000). *Cognition in the wild* (3e édition). MIT Press.
- INRIA. (2018). Le robot Thymio comme outil de découverte des sciences du numérique. France Université Numérique.
- Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche [MEN]. (2019). *Programmation et culture numérique*. Éduscol. <https://eduscol.education.fr/cid88232/programmation-et-culture-numerique.html>
- Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche [MEN]. (2016). *Mathématiques, espace et géométrie : Initiation à la programmation aux cycles 2 et 3*. Éduscol. [https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Initiation\\_a\\_la\\_programmation/92/6/RA16\\_C2\\_C3\\_MATH\\_initiation\\_programmation\\_doc\\_maitre\\_624926.pdf](https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Initiation_a_la_programmation/92/6/RA16_C2_C3_MATH_initiation_programmation_doc_maitre_624926.pdf)
- Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche [MEN]. (2015). *Programmes pour les cycles 2, 3, 4*. [http://cache.media.education.gouv.fr/file/MEN\\_SPE\\_11/67/3/2015\\_programmes\\_cycles234\\_4\\_12\\_ok\\_508673.pdf](http://cache.media.education.gouv.fr/file/MEN_SPE_11/67/3/2015_programmes_cycles234_4_12_ok_508673.pdf)

- Norman, D. A. (1999a). *The invisible computer: Why good products can fail, the personal computer is so complex, and information appliances are the solution*. MIT Press.
- Norman, D. A. (1999b). Affordance, conventions, and design. *Interactions*, 6, 38-42. <https://doi.org/10.1145/301153.301168>
- Norman, D. A. (2002). Chapter 18. Distributed cognition. In D. J. Levitin, *Foundations of Cognitive Psychology: Core Readings* (p. 443-452). MIT Press.
- Nunez Moscoso, J. (2013). Et si l'on osait une épistémologie de la découverte ? La démarche abductive au service de l'analyse du travail enseignant. *Penser l'éducation*, 33, 57-80.
- Peirce, C. S. (2002). *Pragmatisme et pragmaticisme : Œuvres 1*. Les éditions du cerf.
- Tartas, V., & Perret-Clermont. (2012). Chapitre 10. Faire avec autrui : Une situation pour comprendre le développement. In Y. Clot, *Vygotski maintenant* (p. 193-211). La Dispute.
- Rabardel, P., Carlin, N., Chesnais, M., Lang, N., Le Joliff, G., & Pascal, M. (2010). *Ergonomie : Concepts et méthodes*. Octarès éditions.
- Rizzo, A. (2006). *The Origin and Design of Intentional Affordances*. Designing interactive systems - DIS 2006, State College, United-States.
- Rizzo, A., De Monte, M., Rubegni, E., & Torsi, S. (2009). *The interplay between sensory- motor and intentional affordances*. IDC09, Como, Italy.
- Robbes, B. (2020). Recherche-action, recherches collaboratives en éducation : Une analyse. *Distances et médiations des savoirs*, 29. <https://doi.org/10.4000/dms.4707>
- Romero, M., Lille, B., & Patiño, A. (2017). *Usages créatifs du numérique pour l'apprentissage du XXIe siècle*. Presses de l'Université du Québec.
- Sensevy, G. (2011). *Le sens du savoir : Éléments pour une théorie de l'action conjointe en didactique*. De Boeck.
- Simonian, S. (2020). Approche écologique des environnements instrumentés : Comprendre le phénomène d'affordance socioculturelle. *Savoirs*, 52, 93-108.
- Tchounikine, P. (2017). Initier les élèves à la pensée informatique et à la programmation avec Scratch. Laboratoire d'informatique de Grenoble. <http://lig-membres.imag.fr/tchounikine/PenseeInformatiqueEcole.html>
- Tricot, A. (2017). *L'innovation pédagogique*. Éditions Retz.
- Vandeveld, I., & Fluckiger, C. (2020). L'informatique prescrite à l'école primaire. Analyse de programmes, ouvrages d'enseignement et discours institutionnels. *L'informatique, objets d'enseignements : enjeux épistémologiques, didactiques et de formation*, 23-37.
- Vidal, M., & Morrissette, J. (2014). Itinéraire ethnographique d'une doctorante : Dialogue autour de la (dé)construction de l'objet de recherche. *Recherches Qualitatives*, 33(1), 86-108.