

Vers un modèle de scénarisation pour l'enseignement de la pensée informatique à l'école primaire

Olivier Brunet¹, Amel Yessad¹, Mathieu Muratet^{1,2}, Thibault Carron^{1,3}

¹ Sorbonne Université, CNRS, LIP6, F-75005 Paris, France

² INS HEA, 92100 Suresnes, France

³ Université Savoie Mont Blanc, F-73000 Chambéry, France

`olivier.brunet@reseau-canope.fr`

`amel.yessad@lip6.fr`

`mathieu.muratet@lip6.fr`

`thibault.carron@lip6.fr`

Résumé. De nombreuses initiatives institutionnelles et non institutionnelles proposent des ressources pour l'apprentissage de l'informatique à l'école primaire. Or, ces ressources sont difficiles à utiliser en classe d'une part, parce qu'elles ne sont pas suffisamment adaptables aux contextes hétérogènes des classes de primaire et n'explicitent pas clairement les conceptualisations informatiques sous-jacentes travaillées par les élèves et d'autre part, parce que les enseignants manquent de formation pour enseigner spécifiquement ces concepts informatiques. Nous avons mené deux ateliers de conception avec des enseignants de primaire pour travailler sur la construction d'un modèle de scénarisation. Ce dernier permet d'orchestrer des ressources existantes dans le but de faciliter leur réutilisation en classe de primaire. Ce travail a permis d'identifier les éléments de structure et de contenu nécessaires pour un scénario d'apprentissage de l'informatique à l'école primaire.

Mots clés : Pensée informatique, orchestration, scénarisation, ressources pédagogiques, théories de l'activité.

1 Introduction

Pour l'enseignement de l'Informatique à des jeunes élèves de l'école primaire, des sites institutionnels ainsi que de nombreuses initiatives (Class Code¹, 1,2,3 Codez !²) proposent des tâches pédagogiques sous forme de ressources avec des objectifs d'apprentissage dans les domaines de la science et de la pensée informatique plus ou moins explicités. Ces ressources peuvent être accompagnées de témoignages d'enseignants de primaire qui relatent et partagent les projets pédagogiques réalisés avec leurs élèves ; toutefois généralement sans véritable structuration ou harmonisation entre les témoi-

¹ <https://pixees.fr/classcode-v2/> consulté le 30 octobre 2019

² <https://www.fondation-lamap.org/fr/123codez> consulté le 30 octobre 2019

gnages. Les sites des concepteurs de robots (Lego, Ozobot, Thymio, BlueBot...) proposent des ressources visant explicitement des apprentissages en informatique. Elles sont souvent organisées par difficulté qui, sans être articulées en scénarios pédagogiques, sont reliées à un curriculum en informatique. Il en résulte que l'exploitation de ces ressources reste difficile pour les enseignants. Malgré la multiplication de ressources visant l'apprentissage de l'informatique à destination des jeunes élèves, leur réutilisation par les enseignants de primaire reste très limitée et dépend énormément de l'appétence des enseignants pour les sciences informatiques et leur capacité à utiliser des artefacts techniques (robots, environnement de programmation, etc.).

Dans le cadre de cet article, nous abordons la question de recherche suivante : est-il possible d'outiller les enseignants de primaire pour favoriser et faciliter l'exploitation de ces ressources disponibles ?

Nous faisons l'hypothèse que l'orchestration de ces ressources au sein de scénarios pédagogiques adaptés permet de favoriser et de faciliter leur usage par les enseignants de primaire. Deux ateliers de travail sur un scénario-test d'apprentissage de l'informatique avec des enseignants ont été organisés pour identifier les éléments de structure et de contenu qu'un scénario devra intégrer afin de favoriser et faciliter son utilisation en classe.

2 Repères historiques sur l'enseignement de l'informatique à l'école

La question de l'enseignement de l'informatique, qui remonte aux années 70, se caractérise par un mouvement de balancier entre deux conceptions de ce qu'il faut enseigner. D'un côté, une vision d'une informatique-outil qui promeut la formation à l'usage des outils. De l'autre, une vision de l'informatique en tant qu'objet d'enseignement qui considère qu'il faut avant tout enseigner les concepts et méthodes de l'informatique [1].

Le travail présenté dans cet article s'inscrit dans cette dernière vision préconisée par l'Académie des sciences [2] et structurée autour de la pensée informatique : « L'informatique dans les sciences devient bien plus qu'un outil de calcul. Elle conduit à une nouvelle forme de pensée, appelée "pensée informatique" (computational thinking en anglais) ».

Selon Jeannette Wing [3], la pensée informatique met en jeu un répertoire de cinq capacités cognitives : (1) penser l'enchaînement séquentiel des actions pour résoudre un problème (pensée algorithmique), (2) sélectionner les informations pertinentes pour résoudre un problème (abstraction), (3) déterminer quelle solution, parmi plusieurs, est la mieux adaptée pour traiter un problème (évaluation), (4) décomposer un problème complexe en sous-problèmes simples (décomposition), et (5) inférer une solution à un problème général à partir de l'identification de régularités dans des instances ou d'éléments d'une solution existante à un problème analogue (généralisation).

Gilles Dowek [4] quant à lui propose une structuration de l'informatique en quatre concepts afin que les contenus enseignés donnent une image fidèle de la discipline elle-même : (1) l'information numérique, qui permet de représenter sous une forme unifiée des informations de nature et de domaine divers ; (2) les algorithmes, qui spécifient de

façon abstraite, sous la forme d'un enchaînement précis d'opérations, les traitements à effectuer sur l'information ; (3) les langages qui permettent de traduire des algorithmes abstraits en programmes exécutables par les machines ; et (4) les machines informatiques qui permettent d'exécuter les programmes, de stocker les données et de gérer les communications.

Ainsi, l'informatique ne se réduit pas au codage qui ne constitue que la phase finale de traduction dans un langage de programmation. Elle est avant tout une activité conceptuelle, qui peut en partie s'enseigner sans ordinateur (approche de l'informatique débranchée qui a pour objet de construire des concepts). Ainsi conçu, l'informatique quitte le statut d'outil pour ce qu'elle est en réalité : une science ayant ses spécificités et nécessitant un apprentissage propre.

3 Structuration de l'enseignement de l'informatique en France à l'école primaire

À l'école primaire, l'informatique disciplinaire réapparaît dans les programmes en 2016 sous la forme d'une sensibilisation à la programmation. Les textes préconisent explicitement la mise en œuvre d'activités de programmation pour déplacer un robot ou un personnage à l'écran dans une approche intégrée aux autres apprentissages, en particulier en mathématiques (repérage et déplacements dans l'espace, construction de figures géométriques).

Les conceptualisations traditionnellement associées à la programmation (notion de variable, structure conditionnelle, itération...) ne figurent pas comme des objectifs de connaissance. Et les programmes ne font aucune référence explicite à la pensée informatique. Elle n'est pas pour autant absente des préoccupations. La page d'accueil d'Eduscol consacrée au numérique dans le premier degré³ propose un parcours M@gistere (Premières activités de programmation pour comprendre le numérique) élaboré par des acteurs extérieurs à l'Éducation Nationale (Class Code portée par l'INRIA et D-Clics numériques⁴ portée par la Ligue de l'Enseignement) qui vise à transmettre les fondements historiques de la pensée informatique en préambule à des séances d'introduction à la programmation.

Le travail de Kradolfer [5] met en avant l'investissement particulièrement important demandé aux enseignants, du fait d'un manque de formation (initiale et continue) et de l'absence d'un répertoire de scénarios pédagogiques à proposer aux élèves.

Dans la suite de cet article, nous proposons un modèle de scénarisation pédagogique dont l'objectif est de construire un répertoire de scénarios à mettre à la disposition des enseignants de l'école primaire. A un niveau plus global, il s'agit de structurer et d'harmoniser la description des pratiques et faciliter ainsi la réutilisation de ressources existantes et par effet de bord, soutenir la démarche de capitalisation et de partage présente dans les pratiques actuelles et qui mérite d'être poursuivie et renforcée.

³ <https://eduscol.education.fr/pid29714/le-numerique-dans-le-premier-degre.html> consulté le 30 octobre 2019

⁴ <https://d-clicsnumeriques.org/> consulté le 30 octobre 2019

4 Un modèle de scénarisation pédagogique pour orchestrer l'enseignement de l'informatique à l'école élémentaire

Le modèle de scénario que nous proposons s'appuie sur les théories de l'activité en prenant en compte les contraintes liées à l'orchestration des séances en classe de primaire.

4.1 Théories de l'activité et genèse instrumentale

Les théories de l'activité visent à comprendre l'activité d'un sujet lorsqu'il tente d'atteindre un objectif [6]. L'activité est donc différente de la tâche qui elle est prescrite. Une tâche précise ce qui doit être fait (l'objectif) et la procédure à suivre pour atteindre cet objectif. Dans un contexte scolaire, les enseignants ne proposent donc pas des activités à leurs élèves mais des tâches à réaliser avec des objectifs précis et des compétences à mobiliser (qui peuvent éventuellement être évaluées). L'activité est donc ce qui est fait par l'élève en fonction de ses compétences. L'activité est singulière, finalisée et médiatisée par un instrument [7]. L'instrument ici fait référence à un artefact associé à des schèmes d'utilisation [9]. Par exemple, un robot pédagogique (Lego, Ozobot, Thymio, BlueBot...) n'est qu'un artefact sur lequel les élèves doivent développer des schèmes en vue de s'en servir comme instrument à la résolution de la tâche proposée par l'enseignant. Ce processus progressif, appelé genèse instrumentale, permet aux élèves de s'approprier l'artefact (transformer l'artefact en instrument) et fait appel à deux types de transformation : l'instrumentalisation dans laquelle l'élève va adapter l'artefact à ses besoins et l'instrumentation dans laquelle l'artefact influence les actions de l'élève. L'enjeu du modèle de scénario que nous proposons est de permettre aux concepteurs de scénario de prendre en considération ces deux types de transformations en vue de favoriser la genèse instrumentale des artefacts manipulés lorsque les élèves sont en activité.

4.2 Orchestration de l'activité pédagogique

Introduite par Pierre Dillenbourg [10], l'orchestration a trait à la façon dont les enseignants gèrent, en temps réel l'activité pédagogique dans un contexte numérique qui induit à la fois des potentialités et des contraintes nouvelles. Les travaux menés par Pierre Dillenbourg dans le domaine des EIAH visent à prendre en compte, à côté des aspects didactiques, les contraintes très pratiques du fonctionnement de la classe dès la conception des tâches pédagogiques avec un objectif double : alléger la charge de l'enseignant (de manière à libérer son attention et à favoriser sa capacité à intervenir de manière adaptée auprès des élèves) et optimiser les potentialités d'exploitation pédagogique de l'instrumentation numérique.

Des aspects tels qu'organiser l'espace classe, s'assurer que chaque élève a avec lui les bons outils pour travailler et gérer le temps, constituent en effet une part importante du travail des enseignants et de leurs préoccupations et influencent la qualité des apprentissages. Cela est encore plus vrai lorsque les apprentissages sont accompagnés de

dispositifs informatiques qui n'ont, pour la plupart d'entre eux, pas été développés en cohérence avec les contraintes qui sont celles des enseignants et dont la mise en œuvre comporte des risques de complexification de la genèse instrumentale (pour une plus-value souvent faible). L'orchestration se préoccupe donc de répondre aux contraintes considérées comme de bas niveau (aspects logistiques, ergonomiques, organisationnels) et rejoint, en cela, nos préoccupations relatives à la description des tâches proposées dans un scénario.

4.3 Synthèse

Dans le modèle de scénarisation que nous proposons, l'objectif est d'orchestrer différentes tâches au sein de scénarios pédagogiques afin de favoriser et de faciliter leurs usages par les enseignants de primaire et d'asseoir auprès de leurs élèves des conceptualisations en informatique. Il s'agit de favoriser la genèse instrumentale auprès des élèves. Pour cette raison, le modèle de scénario s'articule autour des briques élémentaires des théories de l'activité à savoir d'une part la notion de tâche visant des objectifs centrés sur des connaissances en informatique et d'autre part la notion d'artefact.

5 Conception d'un modèle de scénarios d'apprentissage de l'informatique avec des enseignants

Nous avons mené deux ateliers avec des enseignants de primaire dont l'objectif était d'identifier les éléments de structure et de contenu que devra intégrer un modèle de scénarios et qui permettront de construire un scénario (c'est-à-dire une instance du modèle). Pour être efficaces et rendre les ateliers productifs, nous avons en amont construit un scénario-test où les tâches proposées aux élèves étaient décrites de manière sommaire et avons demandé aux enseignants de travailler sur ce scénario. Ce scénario utilise comme artefact un robot pédagogique (Ozobot). Nous avons une ligne directrice pour l'animation de ces deux ateliers : identifier des éléments de structure et de contenu pour documenter un scénario d'apprentissage en informatique. L'idée étant d'abstraire le scénario-test avec Ozobot pour définir un modèle général de scénarios.

5.1 Présentation du scénario avec Ozobot

Nous avons établi une première définition d'un scénario-test, intitulé « Alphabet de l'informatique avec Ozobot », qui vise l'appropriation de connaissances dans le domaine de l'informatique et le travail de compétences associées à la pensée informatique (abstraction, pensée algorithmique, décomposition, évaluation). Il s'appuie sur l'usage d'un robot nommé Ozobot que les élèves observent (construction d'une représentation de son fonctionnement interne) et programment (résolution de défis). Ce scénario peut être mené dès le début du cycle 3 et vise à travailler les concepts en informatique suivants :

- Le rôle de capteurs, actionneurs, contrôleur/processeur et mémoire (morte et vive) ;

- Le principe du codage d'une information (ici une instruction codée sous la forme d'une combinaison de trois couleurs) ;
- Les notions de mémoire et d'exécution ;
- La notion d'aléatoire ;
- Et la notion de variable (compteur).

5.2 Déroutement et objectifs des ateliers

Atelier 1. Le premier atelier a eu lieu en avril 2019 et a duré 2 heures. Les participants sont 8 professeurs des écoles n'ayant jamais mené de séances d'apprentissage de l'informatique. Le protocole de travail avec les enseignants s'est déroulé en trois temps :

1. La présentation de ce que recouvrent les 4 domaines de l'informatique selon la typologie de G. Dowek ;
2. La réalisation par les enseignants pendant une heure des quatre premières tâches du scénario « Alphabet de l'informatique » ;
3. La confrontation des enseignants à des questionnaires individuels pour (1) évaluer leur motivation et le degré d'effort estimé pour qu'ils puissent proposer ces tâches dans leur classe et (2) identifier ce qui pourrait diminuer cet effort (formation des enseignants, scénario pédagogique ou autres).

Atelier 2. Le deuxième atelier a eu lieu en mai 2019 et a duré 2 heures. Les participants sont 22 professeurs des écoles inscrits au M2-MEEF - Mention premier degré. Le protocole de travail avec les enseignants s'est déroulé comme suit :

4. La présentation de ce que recouvrent les 4 domaines de l'informatique selon la typologie de G. Dowek ;
5. Les enseignants sont répartis en 5 groupes pour réaliser les 4 premières tâches du scénario « Alphabet de l'informatique ». Dans chaque groupe, un participant jouait le rôle de l'enseignant et les autres le rôle des élèves. Le participant incarnant le rôle d'enseignant avait 15 minutes pour découvrir le scénario test avant de le dérouler avec les autres membres de son groupe. Chaque groupe disposait de son propre robot ;
6. Les groupes déroulent le scénario avec la possibilité de poser des questions au concepteur (informaticien faisant partie de l'équipe de recherche) ;
7. Des questionnaires individuels ont été soumis aux enseignants pour (1) déterminer leur motivation et le degré d'effort estimé par eux pour s'approprier et mettre en œuvre le scénario test en classe, (2) évaluer leur intérêt de disposer de scénarios pédagogiques en général et pour l'apprentissage de l'informatique en particulier et (3) identifier les caractéristiques d'un « scénario idéal » en explicitant clairement les informations qui manqueraient au scénario-test pour le rendre utilisable par des enseignants de primaire.

5.3 Retours des ateliers de conception

Les enseignants ont exprimé clairement l'intérêt de réutiliser des scénarios pédagogiques faits par d'autres en les adaptant à leur contexte. Ils estiment que disposer de scénarios pédagogiques pour l'informatique est particulièrement utile pour mener une première séquence pédagogique avec leurs élèves et pour combler chez eux un manque de formation en sciences informatiques. Ils souhaitent d'une part, des scénarios qui combinent manipulation, questionnement, observation, hypothèses et validation de la part des élèves et d'autre part, des scénarios en pédagogie de projet avec des objectifs explicites et une identification des compétences travaillées. Majoritairement, ils ont estimé que le scénario-test est accessible et que l'effort d'appropriation de ce scénario est modéré. Néanmoins, ils nous ont fait part de leur inquiétude quant à la mise à disposition et la fiabilité de l'artefact, notamment à cause des problèmes techniques qui pourraient survenir en classe et pour lesquels ils pourraient être désarmés.

A cause de l'échantillon restreint, ces deux ateliers n'ont qu'une portée limitée, mais ils montrent qu'il est possible à des enseignants de primaire qui ne sont pas formés à la pensée informatique et qui ne l'ont jamais enseignée de s'approprier un scénario comportant des conceptualisations simples du domaine. Par ailleurs, si l'approche pédagogique (pédagogie active intégrant des situations-problèmes) est plébiscitée, les enseignants pointent une lacune du scénario-test : il manque un objectif explicite de réalisation qui permet de donner sens à l'acquisition des connaissances. Cette observation a été prise en compte pour l'élaboration du modèle de scénarisation pédagogique.

Dans la section suivante, nous présentons le modèle de scénarisation qui a émergé des deux itérations de conception avec des enseignants de primaire. La démarche de conception est incrémentale et un certain nombre d'itérations va permettre d'améliorer, d'enrichir le modèle de scénarisation et d'en valider les principes.

6 Modèle de scénarisation pédagogique

Dans le cadre de ce travail de recherche et à l'issue des deux ateliers menés avec des enseignants, les éléments d'un modèle de scénarios pédagogiques pour l'apprentissage de l'informatique à l'école primaire ont émergé. Ce modèle a pour objectif d'être adapté au contexte de l'école primaire, utilisable par des enseignants et instanciable pour construire des scénarios pédagogiques.

6.1 Besoins et contraintes liées au contexte de l'école primaire

Le déficit de formation chez les enseignants de primaire en sciences informatiques, l'organisation des classes de primaire avec la possibilité de mener des projets transversaux et l'hétérogénéité des classes et des élèves ont fait émerger plusieurs questions quant aux éléments constitutifs du modèle de scénarios : quel est le niveau de granularité du scénario ? dans quelle mesure peut-on l'adapter au contexte d'usage ? quels éléments de contenu et de forme (représentation visuelle) sont adaptés pour décrire un tel scénario ?

Les éléments de réponse apportés, relatives à la granularité du scénario, au langage de description et à la formalisation des scénarios et leur propriété d'adaptation, ont été inspirés des modèles existants et de l'état de l'art, en particulier les travaux de Dillenbourg sur les graphes d'orchestration [11] et ceux de Komis sur la scénarisation [12] :

1. la séquence didactique est définie comme un ensemble organisé de tâches réalisées par les élèves avec le concours de l'enseignant pour atteindre un objectif spécifique (détecter une représentation, motiver les élèves, introduire une nouvelle notion, consolider un concept, évaluer une compétence, etc.),
2. un ensemble de descripteurs a émergé à l'issue de deux itérations de conception avec des enseignants (cf. Fig. 1). Un descripteur est une métadonnée ou un attribut décrivant un aspect d'une tâche composant un scénario (type de la tâche, son objectif, sa modalité sociale, l'artefact utilisé, etc.). Cet ensemble de descripteurs est susceptible d'évoluer à l'issue d'autres itérations planifiées en janvier 2020,
3. la propriété d'adaptation du scénario est cruciale pour permettre sa robustesse dans différents contextes. Cette propriété est mise en place via un descripteur spécifique (cf. section 6.3) nommé « Typologie des interventions extrinsèques ». Concrètement, ce descripteur est utile lors de l'activité des élèves réalisant les tâches du scénario, lorsque par exemple, un groupe d'élève est bloqué ou qu'il avance beaucoup plus vite que les autres. Dans les deux cas, les élèves peuvent attendre pendant un temps indéterminé l'intervention de l'enseignant. Pour répondre à cette situation, fréquente dans les classes, le modèle intègre des propositions d'interventions pour soutenir l'activité des élèves en fonction de la situation. Ces interventions doivent pouvoir être mises en œuvre aisément dans un contexte de classe et être en lien avec l'activité de l'élève. À titre d'exemples, il peut s'agir d'une complexification ou d'une simplification de la tâche, d'une reformulation ou de l'apport d'un exemple pour éclairer un concept différemment, etc.
4. Le formalisme utilisé pour communiquer et expliquer les descripteurs et les tâches aux enseignants combine une fiche pédagogique organisée en rubriques (correspondant aux descripteurs) et une représentation graphique reprenant le modèle des graphes d'orchestration [11].

6.2 Cadre d'usage et éléments constitutifs du modèle

Le modèle que nous proposons est prévu pour servir de cadre à la production de scénarios d'apprentissage de l'informatique à l'école. Il est le produit de deux itérations de conception avec des enseignants de primaire. Ce modèle comprend 5 éléments :

- Une présentation de l'approche pédagogique ;
- Une architecture globale du scénario ;
- Un langage de description qui est composé de descripteurs relatifs aux séquences pédagogiques (objectifs didactiques, stratégies pédagogiques, mode d'organisation de la classe...);
- Une méthodologie de conception, décrivant un ensemble d'étapes pour aboutir à un scénario validé ;

- Et un formalisme pour le représenter qui consiste en une représentation graphique du scénario accessible aux non informaticiens.

6.3 Description détaillée du modèle de scénarisation

Nous détaillons ici les cinq éléments qui composent le modèle.

Approche pédagogique globale. Un scénario d'apprentissage de l'informatique à l'école primaire devrait vérifier les trois principes suivants, exprimés par les enseignants participants aux deux ateliers, dans le but de favoriser son usage au sein des classes :

- Mettre en place une pédagogie par projet ;
- Émettre clairement un objectif de réalisation explicite à l'issue du scénario (résoudre un défi, fabriquer un objet, etc.) ;
- Permettre un apport de la connaissance « juste à temps » (apprentissage au moment opportun) et donc éviter de surcharger cognitivement les différents acteurs (enseignant et élèves).

Architecture globale du scénario. Un scénario comprend deux phases. Ces deux phases ont émergé fortement lors des ateliers organisés avec des enseignants de primaire et visent également à favoriser les deux types de transformation en œuvre lors de la genèse instrumentale.

D'abord, la réalisation d'un projet guidé ayant pour objectif l'acquisition de connaissances/compétences relatives à la science informatique et centré sur la découverte d'un artefact. La transformation dominante, visée ici, est celle de type instrumentation pour développer chez l'élève les schèmes induits par l'artefact (affordance). Cette phase vise l'acquisition de connaissances/compétences par les apprenants et leur mise en réussite à travers un guidage fort et une granularité fine des tâches à réaliser suivant deux principes :

- Une tâche fait travailler au plus une seule nouvelle connaissance/compétence ;
- Les compétences/connaissances travaillées sont réinvesties au fil du scénario dans un esprit de progression.

La seconde phase propose aux apprenants de réaliser un projet parmi un ensemble de propositions prévues par le scénario. Ces projets permettent de réinvestir des connaissances/compétences travaillées lors de la première phase. La transformation dominante, visée ici, est celle de type instrumentalisation où l'élève doit exploiter l'artefact à bon escient pour répondre à ses besoins. Contrairement à la première phase, où les élèves sont fortement guidés, dans la seconde phase, ils doivent opérer des choix et les justifier au moment de la présentation de leur projet.

Langage de description d'un scénario. Le langage de description que nous proposons est composé d'un ensemble de descripteurs permettant de caractériser une tâche composant un scénario. Tous les descripteurs ne sont pas nécessaires pour décrire une

tâche. Le choix d'utiliser ou non un descripteur appartient au concepteur du scénario. La figure 1 est un diagramme entité-association explicitant l'ensemble des descripteurs d'une tâche et les liens qui les relient.

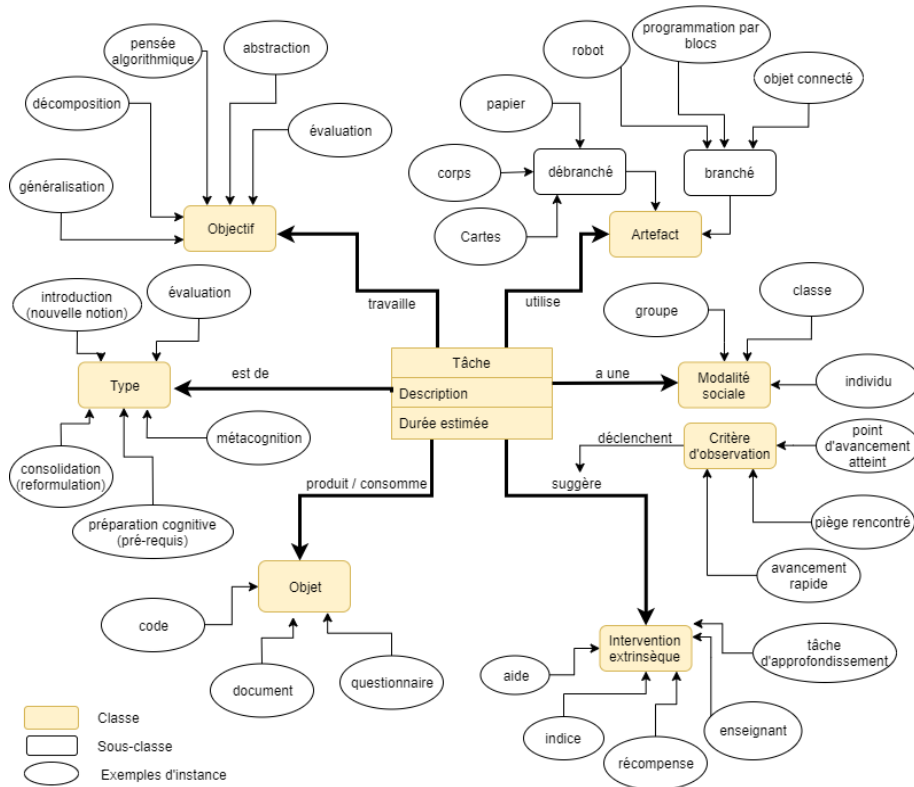


Fig. 1. Modèle de tâche (les rectangles arrondis représentent les descripteurs d'une tâche et les ellipses des valeurs possibles pour ces descripteurs)

Méthodologie d'instanciation (élaboration) d'un scénario à partir du modèle et sa représentation graphique. La méthodologie proposée consiste à partir de tâches existantes et de les articuler dans un scénario en identifiant ce qu'elles mettent en jeu dans les domaines de la science informatique et de la pensée informatique. Elle s'articule suivant le processus itératif suivant :

1. Identifier des tâches existantes ;
2. Identifier les concepts/connaissances mis en jeu dans les tâches en lien avec les artefacts utilisés ;
3. Identifier les compétences relatives à la pensée informatique mises en jeu dans les objectifs visés de chaque tâche ;

4. Construire un scénario pédagogique en articulant les tâches reprises, adaptées et celles nouvellement conçues ;
5. Formaliser le scénario dans un graphe d'orchestration en décrivant les tâches (durée, objectif, artefact...) et les liens entre les tâches (précédence, composition, etc.) ;
6. Ajouter des descripteurs permettant d'analyser les tâches et leurs dépendances ;
7. Expérimenter le scénario avec des élèves ;
8. Observer les activités des élèves (enregistrements vidéo, traces numériques produites par les artefacts...) ;
9. Analyser : identifier les risques d'échecs et les causes ;
10. Répéter à l'étape 4 en fonction des résultats de l'étape 9 d'analyse.

Représentation d'un scénario concret « Alphabet de l'informatique avec Ozobot ». La figure 2 présente un exemple de formalisation du scénario « Alphabet de l'informatique avec le robot Ozobot » en s'inspirant des graphes d'orchestration proposés par Pierre Dillenbourg [11]. Sur cet exemple, les tâches sont représentées par les nœuds du graphe et sont décrits à l'aide du modèle (type de tâche, objectif, artefact utilisé, critères d'évaluation...). Le graphe permet de visualiser le déroulement du scénario et les possibilités d'adaptation d'une tâche en fonction de l'activité des élèves.

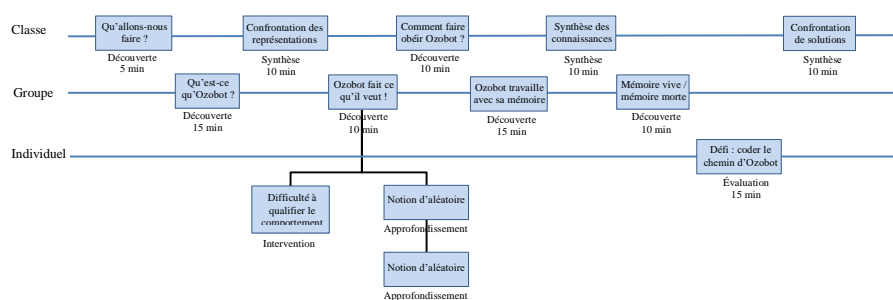


Fig. 2. Exemple de formalisation du scénario dans un graphe d'orchestration

7 Conclusion

Le travail présenté dans cet article a pour objectif de favoriser les conditions d'exploitation de ressources pédagogiques visant l'apprentissage de l'informatique à l'école primaire et issues des multiples initiatives existantes en structurant et harmonisant l'approche.

Pour répondre à cet objectif, nous avons proposé un modèle de scénarisation reposant sur les théories de l'activité et les graphes d'orchestration. Ce modèle est le résultat de deux itérations de conception avec des enseignants de primaire dans le but de favoriser l'appropriation du modèle obtenu par ces mêmes enseignants.

Il constitue à la fois une méthodologie et un cadre de réflexion pour la production de scénarios et un formalisme de description en vue d'une réutilisation des scénarios dans d'autres contextes que ceux dans lesquels ils ont été conçus.

Cette conception en laboratoire (car seulement en partie « écologique ») mérite maintenant d'être raffinée pour une utilisation à plus grande échelle en contexte écologique. Nous envisageons donc d'itérer sur ce modèle dans une démarche de co-conception avec des enseignants de terrain pouvant concevoir leurs propres scénarios, adapter des scénarios construits par d'autres et les expérimenter avec leurs propres élèves. Ainsi, plusieurs séances de co-conceptions sont prévues en 2020.

References

1. Baron, G.-L., Drot-Delange, B. (2017). L'informatique comme objet d'enseignement à l'école primaire Française ? Mise en perspective historique. *Revue Française de Pédagogie*, 195.
2. Institut de France, Académie des sciences : L'enseignement de l'informatique en France – Il est urgent de ne plus attendre. [Consulté le 30 octobre 2019]. <https://www.academie-sciences.fr/fr/Rapports-ouvrages-avis-et-recommandations-de-l-Academie/l-enseignement-de-l-informatique-en-france-il-est-urgent-de-ne-plus-attendre.html> (2019).
3. Wing, J.: Computational thinking. In: *Communication of the ACM*, 49(3), 33-35 (2006).
4. Dowek, G. : Les quatre concepts de l'informatique. Dans : *Sciences et technologies de l'information et de la communication en milieu éducatif : Analyse de pratiques et enjeux didactiques*, Patras, Grèce. pp. 21-29 (2011).
5. Kradolfer, S., Dubois, S., Riedo, F., Mondada, F., Fassa, F.: A sociological contribution to understanding the use of robots in schools: the Thymio robot - ICSR 2014, LNAI 8755, 217-228 (2014).
6. Daniellou, F., Rabardel, P.: Activity-oriented approaches to ergonomics: some traditions and communities. In: *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 6(5), 353-357 (2005).
7. Nogry, S., Decortis, F., Sort, C., Heurtier, S. : Apports de la théorie instrumentale à l'étude des usages et de l'appropriation des artefacts mobiles tactiles à l'école. Dans : *Revue STICEF*, Volume 20 (2013).
8. Ouari, S.: Adaptation à la volée de situations d'apprentissage modélisées conformément à un langage de modélisation pédagogique. Thèse. Université Grenoble Alpes, (2011).
9. Rabardel, P. : Les hommes et les technologies, approche cognitive des instruments contemporains. Paris : Armand Colin (1995).
10. Dillenbourg, P.: Design for classroom orchestration. In: *Computers & Education*, 69, 485-492 (2013).
11. Dillenbourg, P.: *Orchestration Graphs : Modeling Scalable Education*. Lausanne, EPFL Press (2015).
12. Komis, V., Tzavara, A., Karsenti, T., Collin, S., Simard, S.: Educational scenarios with ICT: an operational design and implementation framework. In R. McBride & M. Searson (Eds.), *Proceedings of SITE 2013--Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 3244-3251). New Orleans, Louisiana, United States: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE), (2013).