

PIAF : développer la Pensée Informatique et Algorithmique dans l'enseignement Fondamental ^{*}

Gilbert Busana¹, Brigitte Denis², Marie Duflot-Kremer³, Sarah Higuët²,
Lara Kataja⁴, Yves Kreis¹, Christophe Laduron², Christian Meyers¹,
Yannick Parmentier^{3,5,6}, Robert Reuter¹, and Armin Weinberger⁴

¹ Applied Educational Sciences research institute, Université du Luxembourg, Maison des Sciences Humaines - 11, Porte des Sciences, L-4366 Esch-sur-Alzette, Luxembourg
{gilbert.busana, yves.kreis, christian.meyers, robert.reuter}@uni.lu

² CRIFA, Université de Liège, Place des Orateurs, 2 Quartier Agora (Bâtiment B32)
B-4000 Liège, Belgique

{b.denis, sarah.higuët, christophe.laduron}@uliege.be

³ LORIA, Université de Lorraine, Campus Scientifique, BP 239,
F-54506 Vandoeuvre-Lès-Nancy, France

{marie.duflot-kremer, yannick.parmentier}@loria.fr

⁴ Department of Educational Technology, Saarland University, Campus C5 4,
D-66123 Saarbrücken, Allemagne

{a.weinberger, l.kataja}@edutech.uni-saarland.de

⁵ LIFO, Université d'Orléans, 6, Rue Léonard de Vinci, BP 6759,
F-45067 Orléans Cedex, France

⁶ INSPE de Lorraine, Université de Lorraine, 5 rue Paul Richard,
F-54320 Maxéville, France

Résumé Dans cet article, nous présentons les objectifs et premières réalisations du projet PIAF soutenu par l'Union Européenne et visant à développer l'apprentissage de la pensée informatique et algorithmique dans l'enseignement fondamental. Ce projet rassemble des chercheur·e-s en sciences de l'éducation et en informatique, provenant de quatre pays (Allemagne, Belgique, France et Luxembourg), autour du thème de la formation des enseignant·e-s. Plus concrètement, il s'agit de définir un cadre (référentiel de compétences, scénarios pédagogiques) permettant aux enseignant·e-s de (i) s'approprier le concept de pensée informatique et algorithmique et de (ii) mettre en œuvre des activités d'apprentissage favorisant le développement de cette pensée chez l'enfant.

Mots clés : pensée informatique · algorithmique · enseignement fondamental · école primaire · compétences · scénario pédagogique.

1 Introduction

Les outils numériques prennent une place de plus en plus grande dans notre quotidien, que cela soit pour nos achats, nos démarches administratives, dans un cadre professionnel, ou encore pour nous déplacer ou planifier nos activités.

*. Projet financé par l'Union Européenne dans le cadre du programme Erasmus+.

Une certaine maîtrise de ces outils devient nécessaire à tout citoyen. Fort de ce constat, la France, à l’instar d’autres pays, a donné une place relativement importante à l’acquisition de compétences numériques dans la formation du futur citoyen, comme l’attestent les programmes scolaires depuis maintenant quelques années [4]. Dans le prolongement de cette tendance, le gouvernement français a procédé récemment à une redéfinition des compétences numériques visées par l’École publique. En effet, le référentiel historique intitulé « Brevet Informatique et Internet » (instauré en 2000 et actualisé en 2011) a été remplacé en 2019 par le nouveau *cadre de référence des compétences numériques* (CRCN) et son outil de certification PIX⁷. Malgré ce contexte favorable au développement de compétences numériques chez l’enfant, la mise en œuvre d’activités d’apprentissages utilisant l’outil numérique (que cela soit comme instrument ou comme objet d’étude) rencontre plusieurs difficultés liées à divers freins principalement d’ordre technique (pérennité des équipements par exemple) ou psychologique (tels qu’un sentiment d’insécurité) [1]. Les avancées dans le domaine matériel (baisse des coûts, simplification des interfaces, généralisation des équipements mobiles) laissent présager une atténuation des freins d’ordre technique. Concernant plus spécifiquement les freins d’ordre psychologique, des études ont montré qu’un levier efficace pour les combattre réside dans la formation des personnels [2]. Si l’on considère la formation aux usages pédagogiques du numérique, on constate que les ressources sont relativement riches et librement accessibles⁸, et que les offres de formation sont nombreuses⁹. On constate par ailleurs qu’un certain nombre de personnels ont été formés (63% des interrogés dans le cas de l’enquête PROFETIC¹⁰ [3]). Cependant, il persiste un besoin (ressenti ou réel) de formation, même chez les personnels déjà formés (48% des interrogés dans le cas de [3]). Cela tend à montrer que les ressources et formations, dans leur forme actuelle, ne permettent pas de « sécuriser » les personnels enseignants. Malgré la formation, le numérique semble rester un domaine complexe, voire dans une certaine mesure inaccessible.

Afin de combattre ces préjugés (et de manière plus générale de préparer les futur·e·s citoyen·ne·s à vivre dans un monde hyper-connecté), nous proposons de former les enseignant·e·s au développement de la *pensée informatique*¹¹ dès le plus jeune âge. Concrètement, nous proposons (i) d’élaborer un nouveau cadre de formation (basé sur un référentiel de compétences) qui soit à la fois :

— *interprétable* par des non spécialistes (enseignant·e·s du primaire, etc.),

7. <https://pix.fr>

8. À titre d’exemples, voir <https://primabord.eduscol.education.fr/>, ou encore <https://portaillecole.scola.ac-paris.fr/>.

9. Formations internes, associations partenaires de l’école, etc.

10. Dans le cadre de cette enquête, 1555 enseignants du second degré de disciplines variées, ont été interrogés par rapport à leurs usages pédagogiques du numérique.

11. Nous adoptons ici la définition de [6] : « Penser informatiquement, c’est utiliser l’*abstraction* et la *décomposition* quand il s’agit d’affronter une tâche large et complexe ou quand il s’agit de *concevoir* un système large et complexe ; (...) c’est *choisir une représentation* appropriée pour un problème (...) ».

— *scientifiquement fondé* (c'est-à-dire en adéquation avec les fondements théoriques de la discipline informatique) ;
 et (ii) de définir collaborativement des scénarios pédagogiques illustrant de manière simplifiée (mais fondée) comment travailler les compétences visées, et ce dès le plus jeune âge. Un enjeu particulier ici est de montrer que ces scénarios (et ces compétences) sont accessibles à un public varié (d'adultes ou d'enfants).

2 (Encore un) Référentiel de compétences

Sans oublier les travaux visionnaires de Seymour Papert, qui posaient déjà il y a près d'un demi-siècle les bases d'une pensée informatique [5], on peut considérer que la prise de conscience *collective* de l'importance de définir un cadre de formation à ce qui s'apparente à la pensée informatique a eu lieu il y a une quinzaine d'années dans les pays anglo-saxons. Cette prise de conscience est principalement due à des groupes de lobby : Association des enseignants d'informatique (*Computer Science Teachers Association*) créée en 2004 aux États-Unis, associations Informatique pour s'amuser (*ComputerScience4Fun*) et Calcul à l'École (*computing@school*) créées respectivement en 2005 et 2008 en Angleterre.¹²

De nombreux pays anglo-saxons (États-Unis d'Amérique, Angleterre, Australie) ont ainsi mis en place des curriculums intégrant des compétences en lien avec la pensée informatique. L'Europe n'est pas en reste, puisqu'un groupe d'experts a rédigé dès 2013 un référentiel de compétences numériques à destination du citoyen européen. Ce référentiel, intitulé « compétences numériques » (*Digital Competencies*). Les limitations principales de ces référentiels nous semblent les suivantes : (1) ils ne distinguent pas (à l'exception du cadre australien) explicitement les compétences de la pensée informatique, qui peuvent être vues comme des compétences transverses, mobilisables dans diverses disciplines, des compétences propres à l'utilisation d'ordinateurs et (2) s'appuient sur des progressions relativement complexes pas forcément lisibles par des non spécialistes.

Notre référentiel prend sa source dans la définition de [6] (qui a eu un certain écho dans la communauté informatique) et dans les curricula d'informatique des pays anglo-saxons. Il s'agit de définir un ensemble de compétences propres à la pensée informatique, et cela au moyen d'un vocabulaire accessible (c'est-à-dire utilisant des termes relativement courants). Nous avons distingué les six compétences suivantes, chacune étant décomposée en un ensemble de trois à sept sous-compétences) :

- C1** Définir des abstractions / généraliser
- C2** Composer / décomposer une séquence d'actions
- C3** Contrôler une séquence d'actions

12. On peut noter l'existence d'un tel groupe de lobby en France, via l'association *Enseignement Public et Informatique* (EPI) créée en 1971, qui a beaucoup œuvré, notamment pour la ré-introduction de l'informatique dans l'enseignement secondaire, ce qui a par exemple permis l'ouverture de l'option Informatique et Sciences du Numérique (ISN) au baccalauréat en 2011.

C4 Évaluer des objets ou séquences d’actions

C5 Traduire des informations dans différentes représentations

C6 Construire une séquence d’actions itérativement

La compétence C1 a pour but principal de développer la capacité à nommer des (groupes d’)objets ou actions pour y référer par la suite. Un objet peut correspondre à une *valeur* (par exemple le prénom d’une personne) ou une *variable* (par exemple la température extérieure). La compétence C2 a pour but de développer la capacité à manipuler des actions pour résoudre des tâches. Ces actions peuvent faire intervenir des objets (ou groupes d’objets) tels que définis en C1. La compétence C3 vise le développement de la capacité à contrôler dans quels cas une séquence d’actions peut être exécutée. Il s’agit d’introduire les expressions conditionnelles et les répétitions. La compétence C4 doit permettre de développer une capacité réflexive sur la construction de séquences d’actions (c’est-à-dire savoir juger de l’adéquation d’une séquence par rapport à des contraintes données). La compétence C5 doit permettre de développer des capacité d’adaptation à diverses représentations équivalentes (par exemple comprendre que 2×2 et $\frac{8}{2}$ réfèrent au même *objet*). La compétence C6 enfin vise à développer une méthodologie de travail basée sur une approche itérative (c’est-à-dire par raffinements successifs) propre à la pensée informatique. Les sous-compétences sont réparties en deux niveaux : les sous-compétences *fondamentales* (dont l’acquisition peut débuter entre 5 et 8 ans) et *avancées* (dont l’acquisition peut débuter entre 9 et 12 ans). De plus, le référentiel est accompagné de deux documents : un *glossaire* permettant d’explicitier et d’illustrer les termes « techniques », et un *répertoire d’exemples* concrets de mise en œuvre des différentes sous-compétences.

Références

1. Baron, Georges-Louis et Laetitia Boulc’h (2011). Les technologies de l’information et de la communication à l’école primaire. État de la question. Revue de l’association Enseignement Public et Informatique. <http://www.epi.asso.fr/revue/articles/a1202b.htm> (consulté le 8 oct. 2019).
2. Delarbre, Peggy (2017). Initiation à la programmation à l’école primaire : les activités « débranchées ». Mémoire de CAFIPEMF, académie de Lyon.
3. Direction Académique au Numérique Educatif (DANE) de Besançon (2016). Enquête PROFETIC sur les usages pédagogiques numériques des enseignants du second degré. https://dane.ac-besancon.fr/wp-content/uploads/sites/56/2016/08/Academie_Colleges_Tte_discipline_Enquete-Profetic_2016_sc.pdf
4. Ministère de l’éducation nationale, de l’enseignement supérieur et de la recherche (2015). Programmes d’enseignement du cycle des apprentissages fondamentaux (cycle 2), du cycle de consolidation (cycle 3) et du cycle des approfondissements (cycle 4), Bulletin officiel de l’éducation nationale, n° 10 du 19 novembre 2015.
5. Papert, Seymour (1971). Teaching Children Thinking. Artificial Intelligence, Memo No. 247, Massachusetts Institute of Technology, A.I. Laboratory. <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/5835>(consulté le 28 oct. 2019).
6. Wing, Jeannette M. (2006). Computational thinking. Communications of the ACM - Self managed systems, Volume 49 Issue 3, pp. 33–35.