



HAL
open science

Apprentissage par projets à l'école primaire avec les filles qui. . .

Cassandra Balland, Esther Bernard, Morgane Coat, Isabelle Fouqué, Louise Hergoualc 'H, Gwendoline Kervot, Liz Kouassi, Audrey Lidec, Alix Machard, Maela Mingant, et al.

► To cite this version:

Cassandra Balland, Esther Bernard, Morgane Coat, Isabelle Fouqué, Louise Hergoualc 'H, et al.. Apprentissage par projets à l'école primaire avec les filles qui. . . RJC-EIAH 2018 - Atelier "Organisation et suivi des activités d'apprentissage de l'informatique: outils, modèles et expériences", Apr 2018, Besançon, France. hal-01756178

HAL Id: hal-01756178

<https://hal.univ-brest.fr/hal-01756178>

Submitted on 1 Apr 2018

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

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

Apprentissage par projets à l'école primaire avec les filles qui...

Cassandra Balland¹, Esther Bernard¹, Morgane Coat¹, Isabelle Fouqué¹, Louise Hergoualc'h¹, Gwendoline Kervot¹, Liz Kouassi¹, Audrey Lidec¹, Alix Machard¹, Maëla Mingant¹, Awatef Mraïhi¹, Marine Nuzillat¹, Maëlla Perrot¹, Constance Rio¹, Caroline Rogard¹, Mélodie Saliou¹, Andréa Savi¹, Anaëlle Seithers¹, Maëlle Sinilo¹, Marie Traon¹, Maxime Vallemont¹, Virginie Abiven², Jessica Benedicto³, Emilie Carosin⁴, Catherine Dezan³, Barbara Dussous⁴, Cyrielle Feron⁵, Chabha Hireche³, Arwa Khannoussi³, Vincent Leildé⁵, Nicolas Moal², Cécile Plaud⁵, Fabienne Ricard³, Catherine Stefanelli², Carolyn Stein⁴, Yann Ty-Coz², and Vincent Ribaud³

¹ Université de Bretagne Occidentale, Brest, France
{Prénom.Nom}@etudiant.univ-brest.fr

² Inspection Académique du Finistère, Brest, France,
{Prénom.Nom}@ac-rennes.fr

³ Université de Bretagne Occidentale, Brest, France
{Prénom.Nom}@univ-brest.fr

⁴ Savanturiers - École de la recherche, Paris, France,
{Prénom.Nom}@cri-paris.org

⁵ ENSTA Bretagne, Brest, France
{Prénom.Nom}@ensta-bretagne.org

Résumé Le dispositif des « filles qui... » est un projet de communauté éducative. Son but est de montrer l'exemple des sciences numériques au féminin et de favoriser, à l'école élémentaire, la pratique du numérique et de la programmation en Scratch. Deux dispositifs nationaux, l'AS-TEP (Education Nationale) et Savanturiers - École de la recherche (CRI Paris), et un dispositif du Finistère, Patrimoine local 2.0, fournissent le cadre des interventions : les « filles qui... » animent des séquences d'apprentissage de scratch et des outils numériques dans les écoles primaires et accompagnent des projets Savanturiers d'éducation par la recherche ou des projets de mise en valeur numérique du patrimoine local.

Keywords: apprentissage par projets, Scratch, humanités numériques

1 Introduction

Après cette introduction, la section 2 présente le cadre général des apprentissages. La section 3 présente le cadre d'exercice, les parties prenantes, les rôles qui sont concernés par notre projet. La section 4 présente ce que les "filles qui..." font, particulièrement les projets Savanturiers dans la section 4.3 et les projets Patrimoine local 2.0 dans la section 4.4. La section 5 propose une évaluation du rôle des élèves. Enfin la section 6 conclut cet article.

1.1 Déséquilibre des genres

De plus en plus de voix s'élèvent pour constater le déséquilibre des genres en sciences et technologies. On peut noter la présence nombreuse des femmes aux débuts de l'informatique. Cependant, les associations professionnelles de l'informatique ont choisi de dissocier son image de celle d'un monde professionnel féminin pour mieux valoriser le statut de son activité [1]. Ensmenger [2] souligne le rôle des recruteurs et des tests d'aptitude et de personnalités qui convoquent comme un trait distinctif des programmeurs leur manque d'appétence pour les relations personnelles et sociales. Parolini [3] a étudié le cas de plus de deux cent femmes qui travaillèrent comme informaticiennes au Rothamsted statistics department. L'auteure a mis en avant l'évolution des tâches confiées à ces femmes vers des emplois à faible statut et leur invisibilité. Ce dernier point a appelé par Shapin [4] les « techniciens invisibles » (*invisible technicians*).

1.2 Objectif des « filles qui... »

Les « filles qui... » forment un collectif féminin qui anime un dispositif où les élèves de primaire peuvent pratiquer des sciences et des humanités numériques, notamment à l'aide des langages Scratch et ScratchJr. Le dispositif des « filles qui... » fonctionne sous l'égide de deux dispositifs nationaux, ASTEP - Accompagnement en Science et Technologie à l'École Primaire (Éducation Nationale) et "Savanturiers - École de la recherche" (CRI Paris), et un dispositif de l'inspection académique du Finistère, Patrimoine local 2.0 (Brest Iroise).

La démarche d'investigation, les outils numériques et la programmation ont été introduits dans le socle commun de connaissances, de compétences et de culture de la scolarité obligatoire en 2015 [5]. La plupart des « filles qui... » sont des étudiantes de licence qui animent des séquences d'apprentissage de Scratch ou sur des outils numériques dans les écoles primaires du Finistère. Certaines « filles qui... » sont des étudiantes en master ou des doctorantes qui accompagnent comme mentor des projets Savanturiers. Une équipe mixte d'étudiantes en lettres et en informatique accompagnent les projets Patrimoine local 2.0.

Le dispositif des « filles qui... » a plusieurs objectifs : montrer l'exemple du numérique au féminin ; favoriser la pratique des sciences numériques pour les élèves de primaire ; développer la pensée informatique [6] et la pratique de scratch ; développer l'alphabétisation numérique [7] et les projets en humanités numériques. Ce dispositif a reçu le soutien de la Fondation Blaise Pascal et de la Fondation de l'université de Bretagne occidentale.

1.3 Une recherche-action naissante

Le dispositif des « filles qui... » vise à être une organisation apprenante qui favorise la pratique des sciences numériques en général et la programmation en particulier. Cet article se concentre sur l'apprentissage par projets et propose une évaluation des rôles pris par les élèves. Cette évaluation, qui est en cours et

menée par trois des auteur.e.s de cet article, vise à vérifier si les rôles proposés par Tardif [8] sont pertinents pour les projets accompagnés par les « filles qui. . . ».

Les effets de l'exemple au féminin, tel qu'il est proclamé dans cet article, ne pourront se constater auprès des jeunes qu'à long terme. Cependant des transformations plus rapides et observables s'opèrent sur les étudiantes et les professeur.e.s des écoles. Une recherche en cours [9], soumise à la conférence "Gender Equality in Higher Education" vise à évaluer de quelle manière des "role models" féminins peuvent contrebalancer les stéréotypes de genre en informatique. Cette recherche s'inscrit dans une visée de recherche-action où la production de connaissances est inséparable d'un projet d'émancipation [10], émancipation (*empowerment*) par rapport à un pouvoir masculin sur l'informatique.

2 Cadre des apprentissages

2.1 Objectifs du socle commun liés à la coopération et réalisation de projets et à la démarche d'investigation

Les textes officiels de la réforme de 2015 formulent les capacités attendues par les élèves de la scolarité obligatoire dans 5 domaines du socle commun de connaissances, de compétences et de culture. Les éléments relatifs à une démarche de projet font partie des domaines 2 *Les méthodes et outils pour apprendre*, 4 *Les systèmes naturels et les systèmes techniques* et 5 *Les représentations du monde et l'activité humaine*. En [11], on trouve des éléments pour l'appréciation du niveau de maîtrise satisfaisant en fin de cycle 3 qui s'appliquent aux projets numériques et qui sont présentés dans la table 1.

Domaine	Éléments significatifs	Compétences attendues
2	Coopérer et réaliser des projets	Définir et respecter une organisation et un partage des tâches dans le cadre d'un travail de groupe, que ce soit pour un projet ou lors des activités ordinaires de la classe.
2	Mobiliser des outils numériques pour apprendre, échanger, communiquer	Utiliser des outils numériques pour réaliser une production.
4	Mener une démarche scientifique ou technologique, résoudre des problèmes simples	Mettre en œuvre un protocole expérimental, concevoir ou produire tout ou partie d'un objet technique. Communiquer sur ses démarches, ses résultats.
5	Raisonner, imaginer, élaborer, produire	Pratiquer diverses formes de créations littéraires et artistiques.

TABLE 1. Éléments pour l'appréciation des compétences attendues en fin de cycle 3

2.2 Le paradigme d'apprentissage de J. Tardif

Le numérique est une discipline qui utilise souvent des méthodes pédagogiques inductives et un apprentissage par projet. Nous nous référons au cadre

que propose le paradigme d'apprentissage (par opposition au paradigme "classique" d'enseignement) tel que décrit par Jacques Tardif [8]. Le titre de l'ouvrage, écrit en 1998, est très actuel : "Intégrer les nouvelles technologies de l'information - Quel cadre pédagogique?". Dans le chapitre "La complexité en priorité", Tardif met en avant 4 changements critiques : les environnements pédagogiques, le rôle des enseignants, le rôle des élèves, les moments pédagogiques cruciaux. Nous nous intéressons aux deux derniers. La mise en place du paradigme d'apprentissage a des incidences sur les rôles assumés par les élèves : investigateurs ; coopérateurs parfois experts ; clarificateurs ; utilisateurs stratégiques des ressources disponibles [8]. Une recherche naissante, évoquée dans la section 5, vise à étudier la pertinence de ces rôles. Pour favoriser le maximum de retombées en apprentissage, il est crucial que les pratiques pédagogiques prévoient des moments permettant aux élèves d'asseoir leurs prises sur leurs compétences et leurs connaissances : des moments de décontextualisation ; des moments de structuration ; des moments de réflexion ; des moments de recontextualisation ; des moments de métacognition [8].

2.3 Apprentissage de la conception

L'informatique à l'école primaire est fortement influencée par le constructivisme, la théorie de l'apprentissage développée par Papert et Harel [12], qui voit l'apprentissage comme un processus où l'apprenant.e construit ses connaissances en interagissant avec l'objet d'étude. D'où l'idée qu'on apprend la programmation en étant consciemment occupé.e à construire des programmes. Il est difficile de présenter des algorithmes complexes à des enfants alors qu'on peut leur faire manipuler des parties de programmes complexes. Un des buts de la communauté Scratch en ligne, d'après Brennan et Resnick, est de faciliter la réutilisation et le remix pour les jeunes concepteurs.trices en les aidant à trouver des idées et du code qui serviront de base pour créer des choses beaucoup plus complexes qu'il.elle.s auraient pu créer tou.te.s seul.e.s [13].

Si on considère un programme comme un objet avec lequel on peut agir, alors un algorithme est une abstraction de cet objet, et écrire un algorithme est une activité de conception. Le principal ressort de cette activité de conception est la décomposition d'un problème apparemment difficile en des sous-problèmes que nous savons résoudre, ce que Jeannette Wing formule de la manière suivante : "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." L'apprentissage de cette activité, telle qu'elle est pratiquée dans les projets présentés dans cet article, permet d'opérationnaliser les éléments du paradigme d'apprentissage présentés dans la section précédente.

Les savoirs et savoir-faire de programmation sont fortement contextualisés. Face aux problèmes posés par les projets, l'expression du besoin est un moment de décontextualisation où l'on met en exergue les éléments importants parmi les informations prises en compte et les savoirs nécessaires. La structuration hiérarchique du problème est, selon le degré d'expertise des élèves, soit conduite par les encadrant.e.s du projet, soit déléguée aux élèves mais validées par les

encadrant.e.s. Il va s'en suivre une période de réflexion où les élèves doivent mettre leurs connaissances et leurs compétences comme des instruments, des outils ou des ressources au service de l'action réfléchie [8]. Différents efforts et tentatives doivent être entrepris par les élèves, mais il est indispensable que les enseignant.e.s et les tutrices se préoccupent de la progression du projet et de l'accroissement des connaissances et des compétences accumulées par les élèves. Ceci peut être réalisé en introduisant systématiquement des moments de recontextualisation au cours du projet, principalement dans les phases de conception des sous-problèmes et d'assemblage des sous-solutions.

3 Le dispositif des « filles qui... » et ses bénéficiaires

3.1 Cadre d'exercice pour les « filles qui... »

Plusieurs unités d'enseignement, en licence, master et doctorat, servent de cadre universitaire pour la participation des étudiantes au dispositif des « filles qui... ». Pour les étudiantes de licence, animer des séquences d'apprentissage leur permet de montrer l'exemple, de découvrir l'école et le métier d'enseignant.e. Pour les étudiantes de master, réaliser les projets en amont des élèves leur permet de mettre en œuvre un cycle d'ingénierie et la prise en compte des besoins des utilisateurs (les élèves). Pour les étudiantes en doctorat, le mentorat de projets leur permet de réfléchir sur et de présenter leur activité et leur démarche scientifique, et d'accompagner un projet d'éducation par la recherche.

3.2 Les classes et leurs projets

En 2017-2018, 3 classes de cycle 1, 9 classes de cycle 2 et 20 classes de cycle 3 sont bénéficiaires des séquences d'apprentissage dispensées par les « filles qui... ». 4 cours sont proposés qui sont présentés dans la section 4.

5 classes réalisent un projet "Savanturiers de l'ingénierie". 3 classes de CP réalisent conjointement un projet "Savanturiers en humanités numériques", projet qui a servi de modèle pour les 6 classes engagées dans un projet Patrimoine local 2.0. Les projets sont présentés dans les sections 4.3 et 4.4.

3.3 Les rôles dans le dispositif des « filles qui... »

La métaphore de la fabrique indique qu'on y pratique et ce, à tous les niveaux. Le dispositif des « filles qui... » met en scène cinq rôles qui se donnent mutuellement la réplique. Les **apprenti.e.s** sont des élèves de l'école primaire (filles et garçons) qui pratiquent la programmation en Scratch et les outils numériques et réalisent des projets numériques. Les **ouvrières** sont des étudiantes de licence qui développent des cours et des exemples, interviennent dans les écoles pour animer des séances d'apprentissage, accompagnent les projets. Les **tutrices** sont des étudiantes de master ou des doctorantes, qui animent des projets numériques pour les élèves de primaire et soutiennent les apprentissages des autres

filles. Les **professeur.e.s des écoles** définissent et conduisent les projets. Les **personnes-ressources** facilitent le fonctionnement du dispositif.

L'équipe actuelle des « filles qui... » comporte 4 étudiantes d'anglais, 6 étudiantes de biologie, 2 étudiantes de breton, 1 étudiante de chimie, 8 étudiantes de mathématiques, 6 étudiantes d'informatique, 1 étudiante de psychologie et 3 doctorantes d'informatique. Cet article se concentrant sur les projets des filles qui..., toutes celles engagées dans des projets sont co-auteurs de cet article.

3.4 L'accompagnement en sciences et technologies

Les bénéficiaires de cet accompagnement sont nombreux et connus. Wojcieszak et Zaid, dans leur étude du dispositif ASTEP [14], mettent en avant deux types de médiations didactiques, l'une scientifique - celle de l'enseignant.e - et l'autre d'expertise scientifique - celle de l'accompagnateur.trice. Dans une recherche destinée à évaluer et développer l'ASTEP [15], Lafosse et Marin constatent que « la situation duelle traditionnelle correspondant à une dissymétrie de compétence entre professeur-expert et élèves-novices disparaît au profit d'une situation triadique multiforme. » Nous avons effectivement constaté que les enseignant.e.s se placent avec les élèves dans un statut de « novice » et situent alors l'accompagnatrice comme l'experte ou la personne-ressource pour elles et eux, même si elle est étudiante en sciences et donc encore élève dans ce domaine.

4 Les activités des « filles qui... »

4.1 Cours de programmation

Les « filles qui... » enseignent la programmation dans les écoles primaires sous le couvert d'une convention ASTEP établie pour 3 ans entre l'inspection académique du Finistère et l'université de Bretagne occidentale. 25 filles de licence ont animé 3 types de cours pour 26 classes et 491 élèves au total.

Le cours de Scratch est en six séances. Comme fil conducteur, le cours a comme décor une chocolaterie et met en œuvre des personnages inspirés du livre « Charlie et la chocolaterie » [16]. Les concepts étudiés sont ceux proposés par Brennan et Resnick [13] : la séquence (S), la boucle (B), l'événement (E), le parallélisme (P), la conditionnelle (C), les opérateurs (O), les données (D). En 2017-2018, ce cours a été dispensé dans 12 classes de CM1 ou CM2 dans les écoles Louis Pergaud (Guipavas), Renée Le Née (L'Hôpital-Camfrout), Joseph Signor (Landéda), Jules Ferry (Le Relecq-Kerhuon, Éric Tabarly (Loperhet), Anita Conti (Plouzané), Saint Renan).

Une variante du cours de Scratch utilisant les robots éducatifs *mBot* traite des mêmes concepts en bénéficiant de la robotique comme vecteur privilégié d'apprentissage à la jonction entre le monde numérique et le monde physique [17]. En 2017-2018, ce cours a été dispensé dans 5 classes du CE1 au CM2 dans les écoles Paul Dukas (Brest), Quizac (Brest), Joseph Signor (Landéda), du Phare (Lilia-Plouguerneau), Keravel (Plougastel).

Le cours de Scratch Jr est en quatre séances, et suivi de deux séances de mini-projet. Les concepts étudiés sont la séquence (S), la boucle (B) - l'itération, le parallélisme (P), l'événement (E) - le message comme événement déclenchant une fonction. Les objectifs pédagogiques sont ceux présentés dans [18]. En 2017-2018, ce cours a été dispensé dans 9 classes de la grande section de maternelle au CE2 dans des écoles de Brest : Jean de La Fontaine, Kerbernard, Quizac.

4.2 6 leçons d'outils numériques

L'accompagnement en humanités numériques dans la circonscription de Brest-Iroise est destiné à seconder les enseignants dans la mise en œuvre et le déroulement d'une démarche en humanités numériques conforme aux programmes de l'école primaire. Cette mise en œuvre est facilitée par trois actions : un appui à la formation aux outils des humanités numériques, un apprentissage par projet sur le thème du patrimoine local et un soutien à la didactique des humanités numériques. C'est un projet pilote qui concerne 6 classes du CE1 au CM2 dans 3 écoles Kerargroas (Lampaul-Plouarzel), Roz Avel (Plougonvelin), Mouez Ar Mor (Ploumoguier). Les « filles qui... » animent des ateliers de formation aux outils numériques (hypertexte, présentation hypermédia, retouche de photos, production vidéo, animation 2D, codage).

4.3 Les projets Savanturiers

Ecole	Niveau	Projet Savanturiers
Quizac	CM1-CM2	Développement durable / Robotique : quelle(s) pollution(s) dans l'école?
Paul Dukas	CM1-CM2	Robotique : mission de reconnaissance et de recueil après une catastrophe
Joseph Signor	CM2	Mathématiques / Informatique : une machine à chiffrer et déchiffrer les messages
Joseph Signor	CE1-CE2	Biologie / Robotique : le langage des abeilles étude et simulation avec des robots mbot
Phare	CM1-CM2	Robotique : mon robot mbot fait des tâches à ma place

TABLE 2. Les classes engagées dans un projet Savanturiers

Le cadre est axé par le programme Savanturiers - École de la recherche. Développé par le Centre de Recherches Interdisciplinaires (CRI Paris), ce dispositif éducatif œuvre pour la mise en place de l'éducation par la recherche à l'école et la formation de citoyens actifs, éclairés et animés du souci du bien commun pour faire face aux défis actuels globaux et inédits ainsi qu'à l'accélération des évolutions de toutes sortes. Dans un contexte de conversion numérique, qui interroge les modalités de construction du rapport au savoir, le programme s'emploie à convoquer la figure du chercheur à l'école pour faire émerger et/ou accroître le questionnement, la curiosité, la rigueur, l'esprit critique et la créativité.

L'éducation par la recherche est donc un processus et une éthique qui désigne d'une part, la posture de l'enseignant.e réflexif.ve et d'autre part, la posture de

l'élève. En prenant modèle sur la rigueur, la méthode et l'éthique de la recherche, l'enseignant.e devient un.e pédagogue-chercheur.se trouvant les modalités pour permettre à ses élèves de construire des apprentissages rigoureux et productifs et de développer leur esprit critique, leur volonté d'explorer l'inconnu et de travailler en coopération. Ainsi, l'éducation par la recherche se cristallise dans des projets pluridisciplinaires de recherche construits par les élèves, orchestrés par les enseignants et accompagnés par un mentor scientifique. Ces projets dans la classe nourrissent plusieurs objectifs que sont : 1. initier les élèves à la production, la validation et la circulation des savoirs scientifiques ; 2. la maîtrise des compétences et connaissances propres à un ou plusieurs champs d'investigation scientifique ; 3. ouvrir les écoles, lieux de transmission des savoirs, aux autres lieux de production des savoirs que sont les laboratoires, les universités . . .

L'association des Savanturiers – École de la recherche avec le collectif des « filles qui . . . » ajoute une dimension supplémentaire aux projets d'éducation par la recherche dans les classes : les élèves et l'enseignant.e sont non seulement accompagnés par un mentor scientifique - une « fille qui . . . » fait un doctorat dans la discipline - mais également par des aides techniques - des « filles qui . . . » sont en licence ou en master scientifique. Les projets Savanturiers de cette année sont présentés dans la table 2.

La démarche scientifique proposée par les Savanturiers pour les projets de recherche menés par les enseignant.e.s se construit selon huit étapes : 1. recueil des questions des élèves, 2. construction d'un questionnement scientifique, 3. état de la connaissance, 4. proposition d'un protocole de recherche, 5. recherche et collecte de données, 6. organisation des données recueillies, 7. conclusion et 8. restitution. Une distinction est effectuée pour les projets "Savanturiers de l'ingénierie" qui doivent suivre une logique de réponse à un besoin. Les Savanturiers recommandent une démarche en quatre étapes ; pour les projets "Savanturiers de l'ingénierie" présentés dans cet article, les étapes sont : 1. définition du besoin, 2. analyse et conception, 3. programmation et tests et 4. évaluation.

Un exemple. Illustrons notre propos avec l'exemple d'un projet Savanturiers. La classe de CE1/CE2 de Carine Guillerm, de l'école Joseph Signor à Landéda, étudie le langage que les abeilles utilisent pour se transmettre des informations sur les zones de butinage. Lorsqu'une abeille a trouvé une source de nourriture, elle est capable de transmettre différentes informations à ses consœurs. Outre l'échange physique et chimique de nectar, l'abeille peut effectuer deux danses : la danse en rond lorsque la source est proche et la danse frétillante lorsque la source est à plus de 25 m. Le projet a pour but de reproduire le comportement des abeilles à l'aide de robots mbot.

Reconnaissance du problème et décontextualisation. On reconnaît un problème typique de communication entre deux entités, qui nécessite (au moins) trois étapes : (a) synthèse des informations à échanger chez l'émetteur, (b) transmission d'un message , (c) interprétation du message en informations significatives pour le receveur. C'est une étape typique de décontextualisation : à partir d'un exemple, comprendre le schéma général de la communication.

Décomposition du problème et structuration. Une fois la situation-type reconnue, on peut décomposer le problème et structurer sa résolution en sous-problèmes. Selon la familiarité des élèves avec la problématique du butinage des abeilles, l'enseignante intervient plus ou moins sur la structuration des connaissances : qu'est ce qu'une abeille exploratrice ? que cherche-t-elle ? que doit-elle recueillir comme informations à transmettre à ses congénères ? comment les transmettre ? comment sont-elles comprises ? qu'en font les autres abeilles ?

Analyse des sous-problèmes et réflexion. L'enseignante et les accompagnatrices guident les élèves vers la formulation des sous-problèmes et des hypothèses de résolution. Un schéma général de résolution est préparé par les accompagnatrices, qui peut être le suivant. *Simulation du terrain* : le champ de fleurs à découvrir est une feuille de papier posée quelque part dans la classe. *Départ en exploration* : un robot explorateur part de la ruche, il s'arrête quand il a détecté la feuille ; il mesure l'angle par rapport à la ruche et la distance. *Retour de mission* : après être revenu à la ruche, le robot-explorateur transmet l'angle et la distance aux autres robots par message infrarouge. *En route* : les robots-butineurs partent en direction du "champ" et s'arrêtent sur la feuille.

La démarche d'investigation recommence pour chaque sous-problème. Si on prend l'exemple de la recherche du "champ", c'est une situation-type à reconnaître (décontextualiser) qu'on retrouve dans plusieurs projets de robotique : comment explorer un espace inconnu ? Une fois le problème de l'exploration posé, il faut décomposer (structurer) en sous-problèmes : mémoriser le point de départ, quadriller la classe, éviter les obstacles, trouver le "champ".

Synthèse des solutions possibles et recontextualisation. L'analyse (généralement descendante) donne des solutions décontextualisées - par exemple, utiliser le capteur de distance pour reconnaître les obstacles et le capteur de couleur pour reconnaître le "champ" - qui doivent être assemblées (recontextualisées) pour obtenir un schéma opérationnel.

Diriger l'attention des élèves sur les connaissances construites et les compétences développées : métacognition. Les moments axés sur la métacognition, dirigés par les enseignant.e.s, visent à ce que les élèves réalisent leur évolution et leurs progrès et qu'elles et ils puissent leur attribuer un certain degré de certitude, développant ainsi leur autonomie pour des actions ultérieures.

4.4 Les projets Patrimoine local 2.0

Le dispositif Patrimoine local 2.0 est un projet soutenu par la circonscription de Brest Iroise. Ce projet propose aux classes de mettre en valeur des éléments de leur environnement (géographique, historique, linguistique, socio-culturel, ...) dans un projet d'humanités numériques. Une expérimentation pour l'année 2017-2018 concerne six classes qui sont accompagnées par des étudiantes en langues et des étudiantes en informatique. Ces projets sont présentés dans la table 3.

La démarche proposée est de définir et de réaliser une suite d'activités basée sur les verbes suivants : décider, organiser, numériser, structurer, exploiter, diffuser. Selon les classes, ces activités peuvent être conduites par les enseignant.e.s, par les étudiantes accompagnatrices, ou par les deux parties en coopération.

L'accompagnement des « filles qui . . . » se construit au fur et à mesure des projets, et nous observons simultanément comment les choses se jouent.

Ecole	Niveau	Projet Patrimoine 2.0
Quizac	CP CP CP	Ballades dans la ville de Brest
Kerargroas	CE1-CE2 CM1-CM2	Inventaire des oiseaux du bord de mer
Roz Avel	CE1-CM1-CM2 CE1	Bâtis de la commune
Mouez Ar Mor	CM2 CM1	Lecture de paysages

TABLE 3. Les classes engagées dans un projet Patrimoine local 2.0

Un exemple. Illustrons notre propos avec l'exemple d'un projet en humanités numériques. Les trois classes de CP de Bénédicte Blineau, Gaëlle Laizet, Catherine Le Cru, de l'école Quizac à Brest, réalisent un scrapbook numérique des merveilles de la ville de Brest.

Décider. L'idée est venue des accompagnatrices : raconter les merveilles de la ville de Brest à un étranger. Les enseignantes se sont emparées du projet en y intégrant toutes les sorties scolaires prévues dans l'année : visite du château, d'une tour militaire, des animations de Noël, d'une ferme ; séance de cinéma . . .

Organiser. Les enseignantes ont préparé le pilotage du projet avec les accompagnatrices ; elles ont établi l'organisation en ateliers. Les 36 élèves sont divisés en 6 groupes de 6 et chaque adulte (enseignantes, enseignant référent numérique et accompagnatrices) animent un atelier avec le même groupe pendant 6 séances. Les enseignantes se sont attribuées des activités qu'elles maîtrisaient : arts plastiques, production d'écrit, mise en scène. Elles ont confié les activités numériques à l'enseignant référent numérique et aux accompagnatrices.

Numériser. Les élèves ont été formé.e.s à ScratchJr et à l'usage des tablettes par les « filles qui . . . » au premier semestre. Lors des sorties scolaires, les enfants ont pris des photographies, enregistré des séquences sonores et tourné des vidéos.

Structurer. Par exemple, un atelier permet de créer des petites animations 2D avec le logiciel Com-phone à partir de photos progressivement modifiées. Un autre atelier permet de mettre en scène avec ScratchJr des personnages (photos des enfants) qui dialoguent selon un court texte produit en classe. Une structuration globale devra concevoir la présentation des ressources dans un scénario de consultation : en ligne / hors ligne, linéaire / hypermédia.

Exploiter. Cette étape est prévue en fin de projet : il s'agira d'assembler les ressources numériques selon le scénario projeté lors d'une semaine complète dédiée au projet.

Diffuser. La retombée la plus médiatique du projet est de donner l'accès aux parents et amis au livre numérique réalisé avec le logiciel BookCreator.

5 Prospective : évaluation des rôles des élèves

Sur la base des projets réalisés cette année, nous cherchons à évaluer si les élèves jouent les rôles proposés dans le paradigme d'apprentissage proposé par Jacques Tardif (cf. section 2.2) et s'il existe un effet de genre.

L'étude porte sur les projets Savanturiers, pour lesquels il existe des éléments de comparaison. La partie quantitative de l'étude est constituée d'un questionnaire d'évaluation, avec une échelle de Likert à cinq points : toujours, la plupart du temps, quelquefois, rarement, jamais. Ce questionnaire est proposé de manière anonyme aux élèves à l'issue de leur projet, voici la thématique générale des questions pour chaque rôle :

investigateur - j'ai discuté avec les autres élèves de mes questions sur le projet et/ou j'ai débattu de mes solutions.

coopérateur parfois expert - j'ai expliqué certains points du projet à d'autres élèves et/ou je me suis fait expliquer certains points.

clarificateur - j'ai questionné l'enseignant ou d'autres élèves afin de m'assurer de ma bonne compréhension du projet et que mes propositions sont bonnes.

utilisateur stratégique des ressources disponibles - j'ai utilisé les ressources fournies et/ou des ressources supplémentaires et j'en ai vérifié l'utilité.

La partie qualitative sera collectée à l'issue des projets en réalisant des entretiens de groupe avec des élèves de 2 classes : CE1/CE2 et CM1/CM2, dont voici quelques questions :

- a. Avez-vous eu des difficultés avec la manière de résoudre un problème?
- b. Pouvez-vous résoudre un problème de plusieurs manières? Ou bien pourriez-vous essayer?
- c. Est-ce que les ordinateurs et les logiciels ont été faciles à utiliser? Avez-vous eu des problèmes avec?
- d. Quelle a été votre activité préférée?
- e. Quelle activité avez-vous le moins aimée?
- f. Est-ce que vous pensez que cela va vous servir d'avoir fait ce projet?
- g. Aimez-vous utiliser des outils numériques?
- h. Est-ce que vous voulez apprendre encore plus sur les outils numériques?

Des comparaisons entre les réponses des filles et les réponses des garçons seront effectuées pour contraster les points de vue par rapport à l'apprentissage de la programmation et la réalisation de projets numériques. L'hypothèse posée est que, si l'accompagnement est fait par des intervenantes exclusivement féminines, cela contrebalance les stéréotypes de genre vis-à-vis de l'informatique et qu'il ne devrait pas y avoir de différences significatives entre les réponses des filles et celles des garçons.

6 Conclusion

Étant donné la complexité des facteurs sociaux, politiques et économiques, les disparités et inégalités de genre dans les filières STEM nécessitent des réponses impliquant des points de vue multiples. A ce titre, le dispositif des «

filles qui... » veut montrer l'exemple des sciences du numérique au féminin. Par la combinaison de plusieurs opportunités, le dispositif des « filles qui... » veut être une organisation apprenante favorisant la pratique des sciences, humanités numériques et technologies. Ouvrières et tutrices maintiennent le *practicum* (l'endroit où on pratique), appelé la fabrique. Les élèves de l'école élémentaire en sont les premiers bénéficiaires, mais cela bénéficie aussi aux autres intervenantes et intervenants du dispositif : étudiantes, professeur.e.s des écoles, personnels de l'université. La fabrique joue le rôle d'un conservatoire ou d'un studio : on y apprend en pratiquant, des débutant.e.s aux plus expérimenté.e.s.

L'évaluation du dispositif est balbutiante. Nous avons conçu une étude portant sur les projets Savanturiers de l'année 2017-2018. On pourrait aussi utiliser les interviews basées sur des artefacts proposés par [13]. Deux des auteur.e.s de cet article ont entrepris la mise en œuvre d'observations en classe et d'évaluations détaillées, à plusieurs moments dans le temps, ce qui permettra une étude croisée sur les questions abordées dans cet article.

Références

1. Misa, T.J. : *Gender codes : Why women are leaving computing*. John Wiley & Sons (2011)
2. Ensmenger, N.L. : *The computer boys take over : Computers, programmers, and the politics of technical expertise*. Mit Press (2012)
3. Parolini, G. : *From Computing Girls to Data Processors : Women Assistants in the Rothamsted Statistics Department*. In Schafer, V., Thierry, B.G., eds. : *Connecting Women : Women, Gender and ICT in Europe in the Nineteenth and Twentieth Century*. Springer International Publishing, Cham (2015) 103–117
4. Shapin, S. : *The invisible technician*. *American scientist* **77**(6) (1989) 554–563
5. MENESR : *Socle commun de connaissances, de compétences et de culture*. <http://www.education.gouv.fr/cid2770/le-socle-commun-de-connaissances-et-de-competences.html> (2015)
6. Wing, J.M. : *Computational thinking*. *Commun. ACM* **49**(3) (2006) 33–35
7. Knobel, M., Lankshear, C., Peters, M. : *Digital literacies : Concepts, policies and practices*. Volume 30. Peter Lang (2008)
8. Tardif, J., Presseau, A. : *Intégrer les nouvelles technologies de l'information : quel cadre pédagogique?* ESF (1998)
9. Benedicto, J., Conan, F., Dussous, B., Feron, C., Plaud, C., Ribaud, V., Ricard, F., Stein, C. : *When IT female students become teachers : lessons from a French project "Girls who code" as a learning by doing example*. In : *Proceedings of the 10th European Conference on Gender Equality in Higher Education*, Dublin, Ireland (August 2018)
10. Berger, P.M. : *La recherche-action. Epistémologie historique*. In : *La recherche-action : une autre manière de chercher, se former, transformer*. Editions L'Harmattan (2003) 13–26
11. MENESR : *Document d'accompagnement pour l'évaluation des acquis du socle commun de connaissances, de compétences et de culture*. https://disciplines.ac-toulouse.fr/mathematiques/sites/mathematiques/files/college/rae_evaluation_socle_cycle_2_643339.pdf (2016)

12. Papert, S., Harel, I. : Constructionism. Ablex Publishing Corporation (1991)
13. Brennan, K., Resnick, M. : New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In : Proceedings of the 2012 annual meeting of the American Educational Research Association, Vancouver, Canada. (2012) 1–25
14. Wojcieszak, E., Zaid, A. : L'accompagnement en sciences et technologie à l'école primaire : entre médiation didactique et médiation d'expertise scientifique. RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies (13) (2016) 103–132
15. Lafosse-Marin, M.O., Jeanbart, P. : L'accompagnement en sciences et technologies à l'école primaire : un enseignement collaboratif pour un meilleur partage des savoirs. Revue GN n **83** (2009)
16. Dahl, R. : Charlie et la chocolaterie. Gallimard, Paris (1978)
17. Roy, D. : La robotique éducative au service du développement de la pensée informatique - Exemple de deux dispositifs open source. In : L'informatique et le numérique dans la classe Qui, quoi, comment ? Presses universitaires de Namur, Namur (2016)
18. Flannery, L.P., Silverman, B., Kazakoff, E.R., Bers, M.U., Bontá, P., Resnick, M. : Designing scratchjr : Support for early childhood learning through computer programming. In : Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children, ACM (2013) 1–10