

Former des non spécialistes à l’enseignement de la Science Informatique en secondaire 1

Yann Secq^{1,2} and Francesco Mondada²

¹ Université de Lille, CNRS, Centrale Lille, UMR 9189 CRISTAL, Lille, France
yann.secq@univ-lille.fr

² École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Centre LEARN, Lausanne, Suisse
francesco.mondada@epfl.ch

Abstract. Le retour de la *Science Informatique* dans les programmes scolaires, notamment en secondaire 1 en Suisse, a induit des besoins de formation de non spécialistes à son enseignement. Cet article présente la démarche de formation mise en œuvre et les mesures réalisées durant et à l’issue de cette formation afin d’en mesurer ses impacts. La formation a mobilisé une pédagogie active, des jeux sérieux, une plateforme en ligne et l’intégration de concepts et compétences d’informatique classiques avec les enjeux sociaux et environnementaux du numérique. De multiples mesures ont permis d’appréhender la pertinence et l’efficacité de cette démarche de formation au travers de retours quantitatifs et qualitatifs à la fois au niveau des enseignant·e·s et des élèves.

Keywords: Formation d’enseignant·e·s · Didactique de l’informatique · Activités débranchées · Enjeux sociaux et environnementaux.

1 Mesurer les impacts d’une réforme de l’enseignement de la *Science Informatique*

En 2021 dans le canton de Vaud en Suisse, une réforme de l’enseignement du numérique en secondaire 1 a démarré avec la création d’une nouvelle discipline d’*Éducation Numérique* (EN) constituée de trois axes : les *Usages*, les *Médias* et la *Science Informatique* (SI). Ainsi, le Plan d’Étude Romand sur le Numérique (PER NUM)³ a été révisé pour intégrer cette nouvelle discipline, avec la nouveauté de l’axe SI organisé en quatre thèmes : *algorithmique et programmation, information et données, machines, systèmes et réseaux* et enfin *informatique et société*.

Afin de mettre en œuvre cette réforme de l’éducation numérique vaudoise⁴, un projet pilote a été initié pour former les enseignant·e·s et proposer des ressources pour cette nouvelle discipline. Ainsi, une formation de 6 journées portant sur les *Usages* et *Médias* a impliqué l’ensemble des enseignant·e·s de secondaire 1 et une autre formation de 20 journées portant sur la *Science Informatique* a été créée

³ Programme de l’Éducation Numérique pour le cycle obligatoire

⁴ Page institutionnelle du projet d’éducation numérique vaudoise.

pour former des spécialistes. Pour les deux premiers axes, des enseignements antérieurs de MITIC (Médias, Informatique et Technologies de l'Information et de la Communication) fournissait une base existante, mais pour la SI, il s'agissait d'un enseignement totalement nouveau.

Ainsi, le pilotage sur cette partie SI a soulevé différentes problématiques spécifiques portant sur des questionnements pédagogiques, didactiques, organisationnels et de gestion du changement ont dû être appréhendées et étudiées dans le cadre du projet pilote :

- Comment traduire les connaissances du domaine en savoirs et savoir-faire scolaires pour les 3 années du collège ?
- Quelle progression pédagogique pour les différentes thématiques et les différents niveaux scolaires ?
- Comment donner du sens et une légitimité à ce nouvel axe de SI plutôt technique, à la fois pour les enseignant·e·s ainsi que pour leurs élèves ?
- Comment mesurer les impacts du dispositif de formation au niveau des enseignant·e·s mais aussi sur les apprentissages des élèves ?

Cette contribution présente la démarche de conception de cette formation ainsi que le dispositif de mesures qui a été mise en œuvre par le Centre LEARN de l'EPFL afin de répondre en partie à ces problématiques avant un déploiement à plus large échelle.

La section suivante présente ainsi les choix opérés pour la formation des enseignant·e·s et les différentes mesures réalisées pour apprécier les impacts de cette démarche de formation, tant au niveau des enseignant·e·s que des élèves. Les paramètres influençant un tel projet sont nombreux et il est délicat de tirer des conclusions générales, néanmoins, nous pensons que la démarche mise en œuvre a permis d'obtenir des éléments de réponse à ces questionnements et d'identifier des pistes pour la suite du projet et nous l'espérons, pour d'autres contextes similaires.

2 Organisation et conception de la formation

Le *Certificate of Advanced Studies pour l'Enseignement de la Science Informatique en Secondaire 1* (CAS ESIS) a débuté en juin 2021 et s'est achevée en juin 2023 et a impliqué une cinquantaine d'enseignant·e·s sur 2 promotions distinctes. Cette formation était organisée autour de trois activités structurantes :

- 20 journées de formation réparties sur 2 années scolaires,
- des enseignements de *Science Informatique* (puis d'*Éducation Numérique*) durant les 2 années en parallèle de la formation⁵,
- des visites certificatives et des rendus de fiches de préparation chaque semestre.

⁵ Dans le cadre d'une séance ajoutée à la grille horaire (la *3^e période*) et pour quelques enseignant·e·s de la volée 2 dans un cours d'option OCOM MITIC.

Ces trois activités visent des objectifs différents mais complémentaires, induisant une approche globale sur la montée en compétences des enseignant·e·s, leur appropriation des ressources et la mise en œuvre en classe de séquences pédagogiques, l'accompagnement et le suivi individualisé par l'équipe de formation et la création de ressources pédagogiques éprouvées sur le terrain.

La conception de la formation s'est basée ces différents principes et actions :

- une approche spiralaire assez classique,
- une démarche isomorphe moins usuelle,
- une forte mobilisation de jeux sérieux (activités débranchées),
- une co-construction de certaines activités pédagogiques avec les enseignant·e·s,
- la valorisation d'une démarche d'expérimentation et de droit à l'erreur,
- un accompagnement individualisé focalisé sur les aspects formatifs,
- l'initiation d'une communauté de pratiques au travers d'actions fédérantes,
- un *monitoring* extensif de la formation et de ses impacts.

L'ensemble de ces éléments ont contribué à une démarche holistique de conception incrémentale et d'amélioration continue de la formation ayant permis la création de dynamiques de groupes très positives, malgré un cadre très ouvert et des évolutions significatives au cours du pilotage. Parmi ces principes, deux d'entre eux méritent d'être détaillés car ils ont eu un impact significatif sur la formation : la démarche isomorphe et l'usage des jeux sérieux.

2.1 La démarche isomorphe

M. Develay [1] définit l'approche isomorphe : *“pour désigner le postulat selon lequel c'est en faisant vivre et analyser aux formés des situations proches au niveau des attitudes, des méthodes voire des contenus à celles que ceux-ci auront à faire vivre à leurs élèves que le formateur aide durablement ses formés à intégrer l'ensemble des procédures cognitives et affectives mises en jeu.”* Dans cette démarche, la simulation d'une situation didactique est au centre de l'activité proposée, mais est accompagnée d'importantes phases en amont et aval permettant de faire sens de l'activité. C'est une démarche similaire à celle devant être mise en œuvre avec les élèves où une activité, surtout lorsqu'elle est ludique, ne peut porter à elle seule les apprentissages, l'étayage par l'enseignant·e doit ainsi faire partie intégrante de la séquence pédagogique.

Avec des débutants les impacts sont multiples et influencent aussi leur montée en compétences comme l'explique Audran[2] : *“Du point de vue de la personne qui se forme, la situation peut aussi être définie comme ce qui est vécu dans le milieu où se forge son expérience. La situation ainsi considérée est donc alors subjective et dépend à la fois de l'interprétation des événements vécus, des émotions engendrées, des sensations éprouvées. La situation affecte alors bien plus que des processus intellectuels, c'est l'être tout entier qui est « immergé » et qui peut parfois être même submergé et désorienté.(...) Cela permet aussi de mesurer l'importance formative de ce qui se passe en dehors de la situation proprement dite (débriefting, prise de recul, réflexivité) quand ce qui a été vécu peut être analysé, décortiqué, discuté et reconsidéré a posteriori.”*

La majorité des ateliers du CAS ESIS reposaient sur cette approche, ce qui a permis de faire vivre aux enseignant·e-s des activités très proches de celles de leurs élèves, et a contribué à forger une première expérience de ce que peut être une séance d'enseignement de SI. Nous avons été attentifs à toujours bien distinguer les différentes phases de présentation de l'activité, puis de mise en activité (durant laquelle l'isomorphisme de la situation didactique proposée est très proche de celle des élèves pour les débutants) et finalement d'analyse et d'étayage post-activité.

Les jeux sérieux avec les activités débranchées Alors que les définitions récentes des jeux sérieux (Sawyer et Rejeski [3]) sont fortement influencées par le développement des jeux vidéo, nous préférons la définition plus ancienne d'Abt[4] : *"Nous considérons comme serious games les jeux explicitement et intentionnellement conçus à des fins éducatives, et qui ne sont pas principalement destinés au divertissement. Cela n'implique aucunement que les serious games ne soient pas, ou ne doivent pas, être amusants."* Mobilisé dans un cadre scolaire, ce type d'activité relève d'une démarche de pédagogie active, c'est-à-dire d'après Prince[7]: *"Any instructional method that engages students in the learning process. In short, active learning requires students to do meaningful learning activities and think about what they are doing."*

Dans les années 80, G. Crozet et R. Groperrin[6] ont réalisé des travaux précurseurs sur l'usage de jeux sérieux ne mobilisant pas d'artefact technologique pour découvrir des concepts d'informatique. A la fin des années 90, cette approche a été développée et popularisée par T. Bell et ses collègues[8] avec leur livre *Computer Science Unplugged . . . offline activities and games for all ages*⁶.

L'étude de l'impact des approches débranchées sur l'apprentissage et la motivation révèle un bilan nuancé. Si les travaux de Wouters[9] démontrent une efficacité réelle en termes de rétention cognitive et d'acquisition de connaissances, ils soulignent paradoxalement que ces méthodes ne génèrent pas systématiquement un surcroît de motivation chez les élèves, l'efficacité dépendant alors fortement de variables structurelles comme la répétition des sessions ou le travail collaboratif. Dans le domaine spécifique de l'informatique, Huang[10] confirme que ces activités constituent un levier efficace pour introduire la pensée informatique en primaire et secondaire. Toutefois, les preuves empiriques concernant l'apprentissage profond sont encore fragiles, et il est nécessaire d'étudier l'articulation entre les phases débranchées et branchées.

Durant la formation, nous avons fortement mobilisé les activités débranchées en lien avec un parcours en ligne⁷ conçu en collaboration avec l'association France-ioi. Cette usage a été réalisé avec la démarche isomorphe, à la fois pour favoriser la montée en compétences des enseignant·e-s, mais aussi pour les exposer à de multiples modalités pédagogiques. L'éducation numérique fait face à une injonction contradictoire entre la nécessité d'intégrer les outils numériques pour

⁶ Le site CS Unplugged propose de nombreuses activités dans plusieurs langues.

⁷ Parcours Edunum disponible sur le site de l'association.

enseigner les concepts d'informatique et les préoccupations croissantes concernant le temps d'écran des élèves. Ainsi, en plus des qualités en termes de pédagogie active, les activités débranchées favorisent aussi la conception de séquences pédagogiques mobilisant de multiples modalités ne nécessitant pas d'écran et exposant le même concept sous différentes facettes.

3 Organisation du dispositif de mesure des impacts de la formation

Il est très délicat d'évaluer l'impact réel d'une formation au vu des multiples paramètres en jeu. De plus, pour une formation de formateurs, les impacts se situent à deux niveaux différents : d'abord les enseignant·e·s, mais aussi et surtout la formation indirecte qu'en reçoivent les élèves au travers de leurs apprentissages. *In fine*, c'est ce dernier aspect qui est le plus important et permettrait d'évaluer l'efficacité de la formation des enseignant·e·s, si tant est que les objectifs d'apprentissages soient explicites et mesurables.

Afin d'approcher cet objectif ambitieux, un modèle de *monitoring* (Fig. 1) de la formation a été développé par le Centre LEARN[5] durant le pilotage afin de proposer une méthodologie mobilisant différents types de mesures sur différentes échelles temporelles.

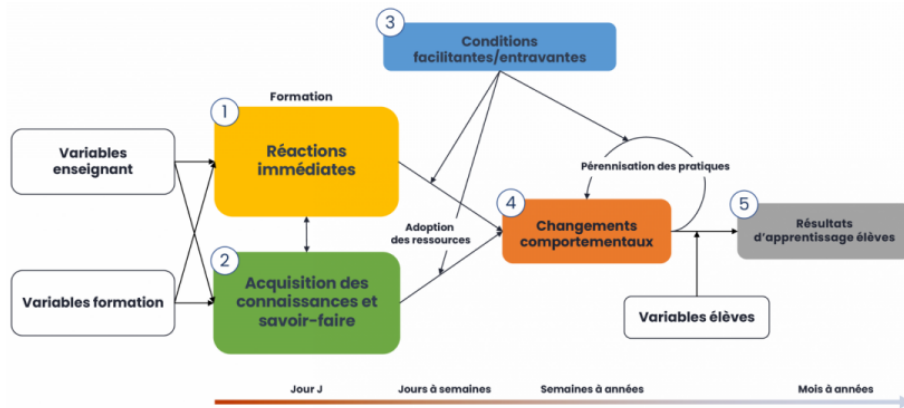


Fig. 1. Le modèle de *monitoring* de formation d'enseignant·e·s.

Le niveau 1 mesure les réactions immédiates des enseignant·e·s au cours de la formation. Le niveau 2 mesure l'acquisition des notions théoriques et des compétences. Le niveau 3 mesure les conditions facilitantes ou entravantes à la mise en œuvre de la formation. Le niveau 4 mesure la mise en œuvre et le niveau d'appropriation des ressources/compétences en classe, et finalement, le niveau 5 mesure les apprentissages des élèves. Le tableau 1 synthétise les différentes mesures réalisées pour chacune de ces dimensions.

	Modalités et temporalités
Niveau 1	Questionnaire lors de chaque journée (questions fermées et ouvertes)
Niveau 2	Questionnaire sur certaines journées, rendu semestriel de deux fiches de préparation, visite certificative semestrielle, rapport de fin de formation
Niveau 3	Questions spécifiques lors de certaines journées et évaluation exhaustive en fin de formation
Niveau 4	Questionnaire à la fin de chacune des deux années et observations lors des visites certificatives
Niveau 5	Mesure post-pilote (3ème année) auprès de 2 000 élèves via une activité en ligne de 35 minutes

Table 1. Nature et temporalité des mesures des différents niveaux du *monitoring*.

Ce modèle a été conçu pour être utilisé de manière itérative et incrémentale, avec des mesures⁸ à différents moments du projet et à différents niveaux pour appréhender finement les impacts de la formation.

4 Synthèse d'un sous-ensemble des mesures réalisées

Le rapport final de la formation est en cours de rédaction, mais nous pouvons présenter la synthèse d'un sous-ensemble des mesures réalisées au niveau des enseignant·e-s, notamment celles portant sur l'appréciation de la formation, la confiance à enseigner la SI et les éléments concernant les principes et démarches de la formation, ainsi que des éléments portant sur quelques éléments d'apprentissages et d'appréciation au niveau des élèves.

4.1 Mesures au niveau des enseignant·e-s

Disciplines des enseignant·e-s. La première volée était constituée de 30 enseignant·e-s (23 hommes / 7 femmes). On constate un quasi équilibre entre les profils de type *Sciences et Techniques* et de type *Sciences Humaines et Sociales* et un petit noyau de 4 personnes déjà sensibilisées au numérique. La seconde volée comportait 20 enseignant·e-s (15 hommes / 5 femmes), dont 12 issus d'établissements hors pilotes⁹. On constate trois fois plus de profils *Sciences et Techniques* par rapport au profils *Sciences Humaines et Sociales*, ce qui s'explique par l'ouverture des inscriptions aux enseignant·e-s de MITIC hors pilote qui sont majoritairement issu·e-s de formations en *Sciences et Techniques*.

Résultats de la certification. Sur 30 enseignant·e-s de la volée 1, 25 ont été certifiés, tandis que sur les 20 enseignant·e-s de la volée 2, 17 ont été certifié·e-s.

⁸ L'outil *Digital Training Companion* a été développé durant le projet pour faciliter le recensement des différentes mesures.

⁹ Leurs enseignements se déroulant dans un cours d'OCOM et non pas au sein d'une 34ème période.

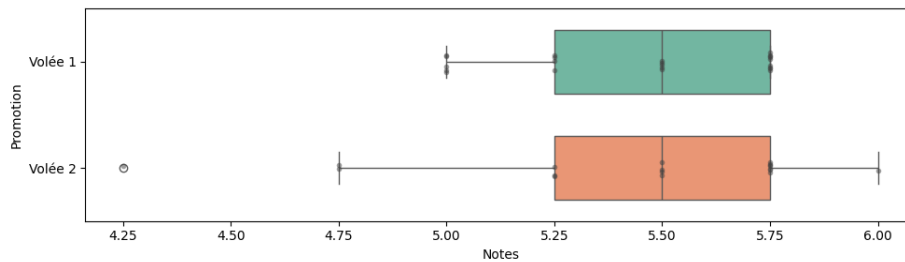


Fig. 2. Répartition des résultats de la certification pour les deux volées.

La figure 2 illustre le fait que la volée 1 est plus homogène avec une majorité de notes entre 5 et 5.75, tandis que la volée 2 est plus hétérogène avec à la fois la note la plus faible (4.25, sachant qu'en dessous de 4 l'on n'est pas certifié) et la note maximale (6).

Intérêt, utilité et facilité perçue des ateliers. Pour la volée 1, on obtient 5.5 sur 7 en termes d'intérêt sur l'ensemble des ateliers de la formation avec une utilité perçue de 5.5 aussi et une estimation de la facilité à 5.4 (1 = très difficile et 7 = très facile). Pour la volée 2, on obtient 6.1 sur 7 en termes d'intérêt sur l'ensemble des ateliers de la formation avec une utilité perçue de 6 aussi et une estimation de la facilité à 6. On constate que la volée 2 a des retours significativement plus positifs que ceux de la volée 1 avec une moyenne d'intérêt plus élevée (6.08 vs. 5.53), d'utilité (6.04 vs. 5.54) et de sentiment d'accessibilité des ateliers en termes de difficulté (6.06 vs. 5.39). Ces éléments illustrent très probablement les améliorations intégrées entre les deux volées, à la fois grâce aux retours des enseignant-e-s de la volée 1 et l'expérience acquise par l'équipe de formation. Il est fort possible aussi que le changement de périmètre de *Science Informatique* à *Éducation Numérique* au milieu du pilote a influé sur cet important écart, les éléments portant sur la programmation en python ayant été fortement atténué.

Sur le point crucial de la confiance en eux pour leurs enseignements, 74% se déclarent *assez* ou *très confiant* ce qui est un élément très significatif de leur montée en compétences. Cet élément est un facteur important pour la mise en œuvre en classe, mais aussi pour la pérennisation de l'enseignement dans les années à venir. Finalement, le tableau 2 synthétise l'appréciation des enseignant-e-s par rapport aux aspects les plus stratégiques de la formation.

Appropriation des ressources et mise en œuvre en classe. Il n'est possible de détailler l'ensemble des mesures d'adoption des différentes activités réalisées en classe dans le cadre de cet article, aussi nous avons fait le choix de sélectionner un des axes les plus délicat à mettre en œuvre avec les élèves, le thème *Algorithmique et Programmation* (figure 3).

Concernant les exercices en ligne (*Algorea*, *Py-rates* et *Algopython*), on constate un usage très conséquent, lié notamment aux mécanismes d'auto-évaluation intégrés. On constate aussi qu'*Algorea Serious Game*, initialement conçu pour le niveau secondaire 1 en France a été très fortement mobilisé. Le parcours *Edunum*

Catégories et indicateurs	Moy.	Écart-type	Distribution des notes
<i>L'Équipe de formation</i>			
1. Compétences scientifiques	5,91	0,29	(91% de 6)
2. Compétences pédagogiques	5,27	0,83	(45% de 6)
3. Compétences de soutien	5,73	0,46	(73% de 6)
<i>Conception et animation</i>			
4. Pertinence générale des ateliers	5,14	0,71	(Maj. 5/6)
5. Approche pédagogique globale	5,32	0,78	(50% de 6)
6. Qualité de la dynamique de groupe	5,45	0,60	(50% de 6)
<i>Ressources et certification</i>			
7. Ressources « clés en main »	5,09	1,02	(Hétérogène)
8. Processus de certification	5,05	1,00	(Avis mitigés)
9. Qualité des retours d'évaluation	5,55	0,67	(Positif)
10. Recommandation globale	5,73	0,55	(77% de 6)

Table 2. Appréciations des enseignant-e-s à l'issue de la formation.

est une déclinaison et amélioration du parcours français en l'adaptant au PER. Cependant, ce parcours ayant été développé durant la 4ème année du pilote, peu d'enseignant-e-s l'ont mobilisé au moment de la mesure. Si l'on considère l'ensemble des réponses sur les différentes activités, les principaux freins à la mise en œuvre en classe sont le fait de ne pas disposer du matériel, d'avoir un contexte de classe peu favorable (absence de demi-groupe sur les projets) ou sur un manque de temps (beaucoup d'activités à réaliser pour une seule séance hebdomadaire).

En conclusion, sur la base des retours des enseignant-e-s sur la formation et surtout, par rapport à ce qui a été réalisé en classe, il nous semble que l'on peut considérer que les objectifs de la formation sont en majorité atteints. En premier lieu, le niveau de confiance des enseignant-e-s est de 74% et leur retour sur la formation est très positif à plus de 80% (32% de 5 à 6 et 51% à 6). Concernant le point crucial de la mise en œuvre en classe d'activités découvertes en formation, il y a de nombreux taux d'adoption très satisfaisant et surtout lors de non mise en œuvre les raisons évoquées sont essentiellement le fait de ne pas avoir le matériel ou de ne pas avoir eu le temps. Cependant, pour confirmer cela, il serait nécessaire de faire un suivi sur un temps long avec de nouvelles mesures pour observer les évolutions dans les années à venir.

Activités	9e	10e	11e	Adopt.	Principaux freins
Alg(Un)o	4	2	2	36%	59% Manque de temps / 27% Pas le matériel
Cordées Cervin	1	4		23%	50% Pas le matériel / 36% Manque de temps
Algorea (Scratch)	21	19	7	100%	–
Algorea (Python)	3	14	7	100%	18% Pas le matériel / 5% Contexte
Py-rates	2	9	4	68%	27% Manque de temps / 14% Oubli
Algopython	2	8	4	64%	36% Pas le matériel / 5% Contexte
Edunum	2	2		18%	59% Manque de temps / 18% Oubli

Table 3. Taux de réalisation des activités vues en formation selon les niveaux scolaires et principaux freins pour le thème algorithme et programmation.

4.2 Mesures au niveau des élèves

En concertation avec la *Direction Générale de l'Enseignement Obligatoire*, nous avons pu réaliser une mesure auprès des élèves des 16 établissements impliqués dans le CAS ESIS. Cette mesure a pris la forme d'une session de 35mn avec des activités réalisées en ligne sur la plateforme du parcours *Edunum*, impliquant environ 2500 élèves. Après filtrage des données par rapport au consentement des élèves (12% de refus) et des profils incomplets, nous disposons de 1984 profils complets (fig. 4). Dans le canton de Vaude, les élèves de *Voie Générale* (ou VG qui concerne environ 2/3 d'une cohorte) s'orientent vers des filières d'apprentissage et ceux de la *Voie Prégymnasiale* (VP) vers l'enseignement général en lycée (1/3 de la cohorte).

	9e		10e		11e		Total
	VG	VP	VG	VP	VG	VP	
Garçon	246	170	179	173	105	92	965
Fille	176	175	168	184	105	104	912
Autre	17	16	17	16	19	22	107
Total	439	361	364	373	229	218	1984
	<i>800 élèves</i>		<i>737 élèves</i>		<i>447 élèves</i>		

Table 4. Répartition de l'échantillon par genre, filière et niveau scolaire.

Répartition de la participation des élèves aux différentes activités.

Il n'est pas possible de présenter les résultats détaillés de l'ensemble des activités proposées aux élèves. Cependant, le tableau 5 permet d'appréhender les taux de participation des élèves aux différentes activités qui couvre les 4 thèmes de la SI ainsi que les représentations des élèves.

Résultats sur une activité d'algorithmique et programmation. Afin de pouvoir faire le lien avec les résultats d'appréciation des enseignant·e-s, nous avons choisi de présenter les résultats d'une des activités de programmation.

Informations générales	Informatique et société	Informations et données	Machines, systèmes et réseaux	Mot de passe	Encodée Compressée	Peindre le dessin	Planter les fleurs	Le numérique et vous
2055	1903	1925	1888	1879	1817	1764	736	1480

Table 5. Nombre d'élèves ayant au moins consulté les différentes activités proposées.

Comme le détaille le tableau 6, le niveau de tutoriel est réussi par l'ensemble des élèves. On observe aussi un bon taux de réussite supérieur à 50% sur le niveau *Facile*. À partir du niveau *Moyen* et surtout pour le niveau *Difficile*, les écarts sont plus marqués entre les différents profils, notamment par rapport aux voies. Néanmoins, on constate que la compétence (usage de la répétition) est acquise pour un tiers des élèves en VG et 40 à 47% en VP.

Le biais de genre présent dans d'autres questions est moins marqué sur cette activité avec une inversion en troisième année où les filles dépassent les garçons sur l'ensemble des niveaux de difficultés. Globalement, sur ces situations de programmation on peut constater que les concepts de base comme la séquence d'instructions et la répétition sont partiellement maîtrisés, mais par contre l'instruction conditionnelle imbriquée dans une répétition est clairement non acquise pour l'écrasante majorité des élèves (second puzzle non détaillé ici).

ALGORITHMES ET PROGRAMMATION

Peindre le dessin (séquence et répétitions)

























	VG (1y)	VP (1y)	VG (2y)	VP (2y)	VG (3y)	VP (3y)
Basique	100% 	100% 	100% 	100% 	100% 	100% 
	56 40 4	47 49 4	50 46 4	47 49 4	47 46 7	42 50 8
Facile	54% 	57% 	56% 	57% 	54% 	49% 
	54 43 3	43 54 3	51 45 4	42 54 4	46 47 7	45 50 5
Moyen	28% 	41% 	29% 	42% 	29% 	47% 
	64 33 3	48 50 2	59 38 3	41 56 3	47 47 6	43 50 7
Difficile	13% 	11% 	6% 	16% 	9% 	20% 
	74 24 2	58 39 3	89 11 0	60 38 2	71 24 5	42 47 11

Table 6. Taux de réussite par voie, niveau scolaire et genre sur les notions de séquence d'instruction et de répétition bornée (● Garçon, ● Fille, ● Autre).

Appréciations des élèves sur l'informatique et son enseignement.

La dernière partie de la mesure élève portait sur leurs appréciations sur les activités réalisées durant les séances. La figure 7 indique le cumul des réponses

aime plutôt/vraiment en retranchant du total les réponses *je n'ai pas fait ou ne me rappelle pas / pas de réponses*. Dit autrement, le pourcentage est calculé sur la base des élèves ayant exprimé une appréciation de la modalité ou de l'activité. Ainsi, concernant les activités débranchées pour les élèves de VG ayant suivi un an d'enseignement, on constate que 65% d'entre eux les apprécient (*aime plutôt/vraiment*) et parmi eux il y a 51% de garçons et 43% de filles.

Type d'activités	VG (1y)	VP (1y)	VG (2y)	VP (2y)	VG (3y)	VP (3y)
Activité seul-e	31%	34%	34%	35%	34%	32%
Act. de groupe	89%	90%	83%	84%	79%	72%
Traitement texte	31%	46%	29%	36%	31%	34%
Act. débranchées	65%	67%	60%	54%	50%	57%
Prog. Scratch	51%	56%	43%	47%	45%	51%
Prog. Python	24%	32%	25%	32%	26%	35%
Robotique (Thymio)	73%	77%	67%	60%	63%	63%
Micro:bit	41%	47%	45%	44%	34%	48%
Projets info.	57%	79%	58%	60%	53%	59%

Table 7. Appréciation sur les modalités et types d'activités par voie, niveau scolaire et genre (● Garçon, ● Fille).

Les activités en groupe sont plébiscitées (72-90%) quels que soient les profils, de même pour les activités de robotique (60-77%) et les activités débranchées (50-67%). Les activités les moins appréciées sont *micro:bit* (34-48%) et de manière équivalente la programmation en *python* (24-35%) et les usages en bureautique (29-36%). On constate clairement l'affaiblissement de l'intérêt des élèves lors du passage de la programmation visuelle (*Scratch*) à la programmation textuelle (*python*). Par contre, la démarche de projet est très appréciée (53-79%).

Pour ce qui est des représentations des élèves, un fait particulièrement positif concerne leur sentiment par rapport à l'informatique qu'ils ne considèrent pas comme angoissante (12-13%), mais intéressante pour presque la moitié d'entre eux (44-52%) et importante pour un tiers (32-42%). Un point d'attention cependant sur le fait que plus d'un tiers des élèves trouvent cette discipline inutile

(33-43%) et avec une proportion plus forte de filles que de garçons, soulignant les inégalités de genre déjà identifiées sur d'autres aspects. L'absence d'évaluation sommative dans le cadre du pilote est aussi sûrement à considérer par rapport à ce sentiment d'inutilité.

En conclusion, ce type de mesure directe au niveau d'un ensemble conséquent d'élèves est un point crucial pour aller au bout de la démarche de suivi de l'efficacité du pilote en général et de la formation en particulier. Il est délicat cependant de tirer des conclusions générales au vu du périmètre très large de la mesure en termes de thématiques du PER NUM, de la réalisation d'une seule mesure, du temps très contraint sur lequel s'est déroulée cette mesure et de l'impossibilité de mettre en place un groupe de contrôle d'élèves n'ayant pas suivi d'enseignement de SI ou EN. Néanmoins, les résultats obtenus sont encourageants et semblent confirmer les retours des enseignant-e-s sur l'implication des élèves sur cette nouvelle discipline (qui n'était pas évaluée durant la phase pilote).

5 Conclusion et perspectives

Cette contribution présente la démarche mobilisée pour former des enseignant-e-s non spécialistes du secondaire 1 à l'enseignement de la *Science Informatique* et le dispositif instauré pour mesurer les mises en œuvre en classe et l'impact au niveau des apprentissages des élèves. Les choix pédagogiques et d'ingénierie de formation ont pu être partiellement validés au vu des mesures réalisées grâce au dispositif de *monitoring*, ainsi que des résultats de la certification. Les appréciations des enseignant-e-s sur les différentes dimensions de la formation, mais aussi et surtout sur leur degré de confiance et l'appropriation des activités sont des indicateurs partiels de l'efficacité de la formation. Les mesures au niveau élèves, malgré toutes leurs limites, apportent néanmoins quelques éléments semblant confirmer les retours effectués par les enseignant-e-s.

L'impossibilité de réaliser des mesures au niveau d'élèves dont les enseignant-e-s n'ont pas suivi la formation est une limite importante de cette étude. Il était difficile de pallier cette absence de données, les autres élèves n'ayant aucun enseignement de SI et EN en dehors des établissements pilotes.

Suite à ce travail et aux résultats du *monitoring* et de la certification, nous avons identifié certains aspects qu'il nous semble important de partager :

- donner du sens à cet enseignement en l'appuyant sur les usages des élèves et les nombreux échos médiatiques sur le numérique pour leur faire appréhender les mécanismes sous-jacents. Cet objectif est réalisable en intégrant les enjeux sociaux dans les activités de *Science Informatique* afin de susciter la prise de recul et contribuer au développement de l'esprit critique des élèves.
- développer une pédagogie active, focalisée sur la mise en activité des élèves, en alternant les réalisations en groupe et individuelles, et en variant aussi les modalités pédagogiques : activités débranchées, dialogiques, d'informatique physique (robotique, micro:bit) et des projets.

- développer les connaissances et compétences des élèves afin qu'ils soient capables de comprendre les enjeux du numérique et puissent produire des artefacts numériques (*learning by doing*) : qu'ils soient acteurs et actrices de ce monde numérique et pas juste consommateurs et consommatrices.
- être conscient des inégalités de genre et être très attentif à ne pas transmettre de stéréotypes de genre dans les activités proposées aux élèves.

Remerciements. Nous tenons à remercier les enseignant-e-s du CAS ESIS pour leur implication, leur enthousiasme et leurs retours très précieux qui ont permis d'améliorer la formation au fil du temps et ont porté cet enseignement auprès de leurs élèves. Nous remercions aussi les membres de l'équipe de formation pour leur travail de conception et d'animation, ainsi que pour leur implication dans le suivi des enseignant-e-s. Merci à Sonia Agrebi ayant porté la thématique *informatique et société* ainsi que l'axe *Média*, Thomas Fassnacht sur la *Science Informatique*, Jonas Winckler et Felipe Martinez sur les aspects *Usages*. Nous remercions la *Direction Générale de l'Enseignement Obligatoire* pour son soutien durant le pilote et pour la mesure finale auprès des élèves impliqués sur le projet. Merci aussi à l'association France-ioi et particulièrement Marielle Léonard pour la collaboration sur le parcours *Edunum*.

References

1. Develay Michel. Peut-on former les enseignants, Paris, ESF, p23 (1994).
2. Audran Jacques. Se former par la simulation, une pratique qui joue avec la réalité. *Recherche & formation*, no 82, p. 9-16 (2016).
3. Sawyer B., Rejeski D. *Serious Games: Improving Public Policy Through Game-based Learning*. Woodrow Wilson International Center for Scholars (2002).
4. Abt C. *Serious Games*. Viking Press (1970).
5. Avry S. De la formation à la classe : Un modèle dédié à l'évaluation de l'intégration des contenus d'éducation numérique. Congrès international d'Actualité de la Recherche en Éducation et en Formation (2022)
6. Crozet G., Grosperin R. *Informatique sans ordinateur*. Centre régional de documentation pédagogique de Lyon (1987).
7. Prince M. Does Active Learning Work ? A Review of the Research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223-231 (2004).
8. Bell T., Witten I. H., Fellows M. *Computer Science Unplugged . . . off-line activities and games for all ages* (1998).
9. Wouters, P., van Nimwegen, C., van Oostendorp, H., van der Spek, E. D. A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games. *Journal of Educational Psychology*, 105(2), 249–265 (2013).
10. Huang, W., Looi, C. K. A critical review of literature on “unplugged” pedagogies in K-12 computer science and computational thinking education. *Computer Science Education*, 31(1), 83–111 (2020).