

APPROCHE INTERDISCIPLINAIRE ENTRE MATHÉMATIQUES ET ÉDUCATION NUMÉRIQUE : UNE PROPOSITION DE SEQUENCE AU CYCLE 2

Charlène Meckert-Chablais & Mickaël Da Ronch

Haute École Pédagogique du Valais (HEP-VS)

MOTS-CLÉS

Mathématiques, Éducation numérique, Résolution de problèmes, Codage, Informatique débranchée

L'article a pour but de présenter quelques concepts liés à la science informatique ainsi que les plus-values que pourraient apporter l'approche interdisciplinaire de cette discipline dans le domaine des mathématiques. Une séquence d'enseignement est ensuite proposée. Basée sur les mathématiques dans un premier temps, elle permettra, dans un deuxième temps, de décliner et travailler différents objectifs du Plan d'Études Romand (PER) numérique.

CONTEXTE DU TRAVAIL

Cet article s'inscrit dans le cadre d'un CAS réalisé par la première auteure de cette contribution, qui est animatrice pédagogique en mathématiques au cycle 2 dans le canton du Valais. L'animation pédagogique a pour mission de coordonner tout ce qui touche au domaine des mathématiques dans son canton : épreuves cantonales, formation continue des enseignants, introduction des MER, gestion de la plateforme cantonale dédiée aux mathématiques, participation à divers groupes de travail cantonaux et intercantonaux, lien entre la HEP-VS et le service de l'enseignement...

Ce travail s'intègre également à une commande du Service de l'enseignement valaisan faite aux animateurs pédagogiques et à la HEP-VS. Elle vise à concevoir des séquences d'enseignement et d'apprentissage dans le domaine des mathématiques qui permettent de travailler l'éducation numérique, nouvelle discipline à la grille horaire introduite à la rentrée 2024 dans la deuxième partie du cycle 2. Le choix a donc été fait de saisir ces opportunités pour approfondir ce travail liant ces deux domaines : les mathématiques et l'éducation numérique.

INTRODUCTION ET PROBLÉMATISATION

À notre époque, l'informatique et le numérique sont omniprésents dans notre société. Ils jouent un rôle de plus en plus important dans notre quotidien et changent la façon dont nous percevons le monde, nos interactions ou encore l'information (Meckert-Chablais & Da Ronch, 2024). Ils modifient également la manière dont nous apprenons et nous travaillons. L'apprentissage de la programmation constitue donc un enjeu éducatif, mais aussi socio-économique qui concerne la capacité des futures générations à appréhender le monde du numérique en tant que citoyens actifs et créatifs (Romero & Vallerand, 2016). Il est également essentiel que les jeunes apprennent à utiliser de façon adéquate ces nouveaux outils. Avec cette « révolution », se posent également des questions liées à la sécurité et à la fiabilité des contenus auxquelles il est important que les adultes de demain soient sensibilisés (ibid., 2024). C'est ainsi que l'éducation numérique sera introduite dans les écoles valaisannes dès la rentrée 2024 et emboîte le pas à plusieurs pays européens qui ont déjà introduit cette nouvelle discipline dans leur curriculum.

L'objectif de l'école valaisanne n'est pas seulement que cette discipline soit travaillée en tant que telle, mais qu'elle s'intègre aux autres disciplines du Plan d'Étude Romand (2010) afin qu'elle soit travaillée de façon transversale entre les différentes disciplines. Il est également souhaité que l'éducation numérique permette de valoriser la formation générale des élèves ainsi que les capacités transversales identifiées par le Plan

d'Études Romand (2010) relatives à la collaboration, à la communication, aux stratégies d'apprentissages à la pensée créatrice ou encore à la démarche réflexive.

C'est ainsi que trois axes de travail ont été retenus pour travailler l'Éducation numérique (PER, 2023) :

- Développer son esprit critique face aux médias – EN 22 ;
- S'approprier les concepts de base de la science informatique – EN 22 ;
- Utiliser des outils numériques pour réaliser des projets – EN23.

Dans cet article, nous allons donc chercher à articuler l'existant à des fins de conceptions de séquence d'activités en vue de mutualiser ses ressources. C'est-à-dire identifier certaines visées et Moyens d'Enseignement Romands (MER) en mathématiques avec les nouveaux objectifs liés à la formation numérique et ses nouveaux MER. Il est important de rappeler que la séquence proposée restera toutefois focalisée sur les mathématiques puisqu'il s'agit de notre domaine de travail.

Afin de répondre à cette problématique, nous allons, dans un premier temps, développer quelques éléments théoriques permettant de justifier l'articulation de ces deux disciplines tels que les plus-values qu'elles peuvent s'apporter l'une et l'autre, puis nous traiterons des bénéfices que l'approche de l'informatique débranchée peut amener à la compréhension du concept de codage par les élèves. Enfin, nous montrerons les avantages que les mathématiques peuvent apporter dans la compréhension de certains concepts liés à l'éducation numérique, et en particulier à la science informatique, comme la notion d'algorithme. Dans un second temps, nous présenterons une séquence qui pourrait être proposée à des élèves de 7H. À cet effet, nous procéderons à une analyse *a priori* succincte. Nous décrirons alors les principales variables didactiques et leur valeur associée pour présenter, finalement, les objectifs, le déroulement de chacune des séances et, quelques prolongements possibles. Pour terminer, nous ferons un retour d'expérience qui permettra de mettre en lumière quelques pistes de différenciation. Enfin, la synthèse permettra de faire un retour sur la problématique de cet article.

QUELLES SONT LES PLUS-VALUES POUR LE DOMAINE DES MATHÉMATIQUES DE L'ÉDUCATION NUMÉRIQUE ?

Dans l'enseignement des mathématiques, l'éducation numérique présente plusieurs avantages contribuant à accroître le développement, chez les apprenants, de certaines compétences (Meckert-Chablais & Da Ronch, 2024). Par ailleurs, les mathématiques pourraient aussi contribuer à mieux concrétiser certains concepts abstraits tels que le codage et la pensée algorithmique notamment (ibid., 2024). L'éducation numérique développe aussi des compétences nouvelles comme la pensée informatique qui, selon Romero et Vallerand (2016), est un ensemble de stratégies cognitives et métacognitives liées à la modélisation des connaissances et des processus, à l'abstraction, à l'algorithme, à l'identification, à la décomposition et à l'organisation de structures complexes et de suites logiques.

Cette pensée informatique qu'elle soit travaillée dans le domaine des mathématiques ou ailleurs vise aussi à

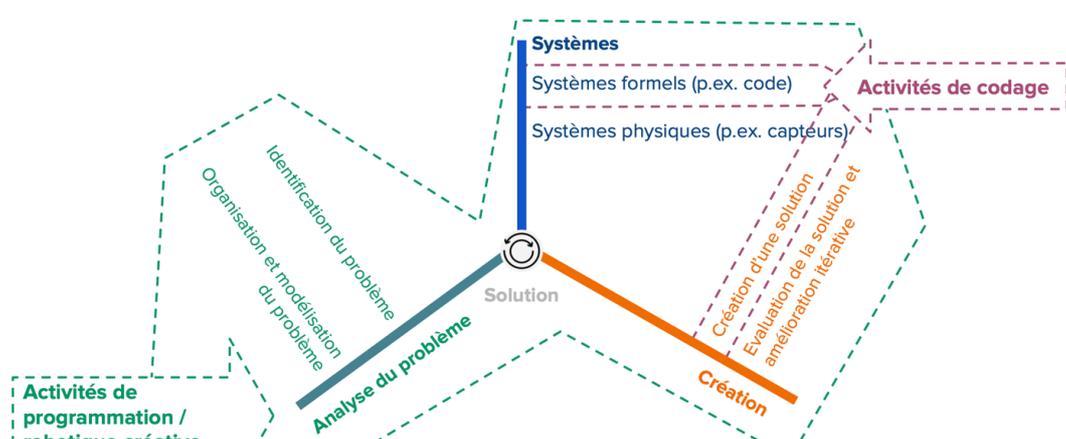


Fig. 1 : L'opérationnalisation de la pensée informatique (Romero et al., 2017 voir aussi Romero, 2019)

développer des compétences d'analyse et de résolution de problème essentielles aux citoyens de demain comme le montre la figure 1. Romero et al. (2017) présente sur cette figure l'opérationnalisation de cette compétence, qui mise en œuvre grâce aux composantes, pourrait conduire vers une résolution de problème. Or, il est important de rappeler que selon le PER (2010), la résolution de problème est la visée prioritaire de chacun des axes thématiques en mathématiques : l'espace, les nombres, les opérations et la comparaison de grandeurs et mesures. Romero et Vallerand (2016) pointent d'ailleurs que la pensée informatique est en lien avec tous les systèmes symboliques permettant ainsi la modélisation des connaissances comme les mathématiques par exemple. De plus, trois autres compétences clés pour le 21^{ème} siècle ont été sélectionnées dans le cadre d'un projet qui s'appelle #CoCreaTIC et qui est développé par Romero et Vallerand (2016). Ce guide propose quelques activités technocréatrices (ibid., 2016) qui lient éducation numérique aux autres disciplines scolaires comme le français par exemple. Il s'agit de la collaboration, la résolution de problème et la créativité qui sont au service de développement de la pensée critique (figure 2). De plus, ces compétences correspondent aux capacités transversales de l'école québécoise (PFÉQ) et du référentiel de l'OCDE (ibid., 2016). A cette occasion, il est à mentionner que la collaboration, la créativité ainsi que la pensée critique sont justement des compétences transversales visées par le PER.

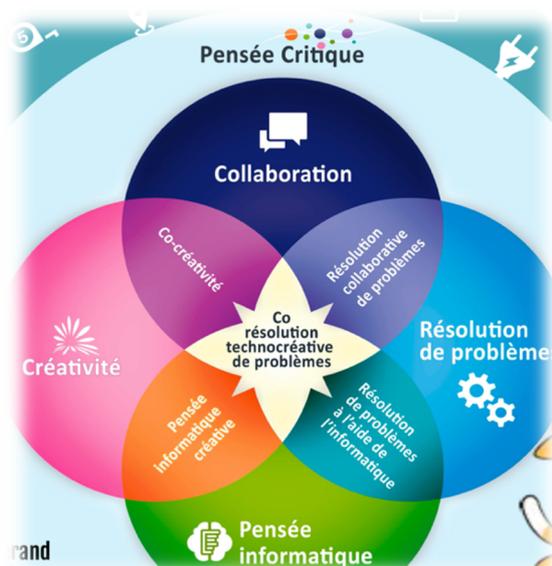


Fig. 2 : La résolution de problème au service de la pensée critique (Romero & Vallerand, 2016)

En effet, nous pensons que, de notre expérience, la multitude d'outils numériques disponible à l'heure actuelle peut permettre d'encourager la motivation de l'apprenant si elles sont utilisées à bon escient (Meckert-Chablais & Da Ronch, 2024). Aujourd'hui, grâce aux applications interactives, aux jeux et plateformes éducatives, l'apprentissage des mathématiques peut être rendu plus attrayant et stimulant pour les élèves grâce à l'usage de ces moyens qui renforcent leur plaisir d'apprendre. Nous pensons également que cette large palette soutient le développement de leur autonomie en proposant des activités dont la prise en main est plus visuelle et ludique (ibid., 2024). Les ressources numériques offrent des moyens visuels permettant d'expliquer, d'entraîner, mais aussi de visualiser certains concepts mathématiques abstraits notamment grâce à des animations interactives ou encore des vidéos (ibid., 2024). Spécifique au domaine des mathématiques, nous connaissons entre autres *Géogebra* ou encore *Gomaths*. Certaines plateformes éducatives permettent également aux enseignants de fournir à leurs élèves des apprentissages différenciés, tant d'un point de vue du contenu que de la forme. Certaines, comme *Quizlet*, permettent même de suivre la progression des apprentissages de leurs élèves. Par ailleurs, selon Yasar et al. (2006), dans les matières liées aux mathématiques notamment, il a été observé que les élèves en difficultés d'apprentissage se montrent plus engagés lorsqu'ils participent à des activités de programmation

numérique. Si le contrat didactique est clairement fixé, c'est également ce que la première auteure à constater dans sa pratique professionnelle.

En outre, certains outils numériques offrent la possibilité aux élèves de travailler ensemble sur des projets. Selon Romero et Vallerand (2016), la collaboration est la capacité de développer une compréhension partagée et de travailler de manière coordonnée avec plusieurs personnes autour d'un objectif commun. Dans notre séquence, nous proposons, par exemple, que les élèves apprennent à coder un déplacement effectué dans un espace familier comme la cour de leur école. Ici, le codage favorise la collaboration, car les élèves peuvent travailler ensemble sur cette situation et améliorer, grâce au travail collaboratif, leur production.

Finalement, il paraît évident qu'elle permet aussi de développer la pensée critique qui se définit comme étant la capacité à développer une réflexion critique indépendante (Romero & Vallerand, 2016). Elle permet l'analyse des idées, des connaissances et des processus en lien avec un système de valeurs et de jugements propres. C'est une pensée responsable qui s'appuie sur des critères et qui est sensible au contexte et aux autres (ibid., 2016). En effet, les élèves interagissent entre eux et doivent se mettre d'accord sur la nature du code. Ils doivent ainsi mettre en œuvre leur capacité d'analyse, d'écoute pour valider ou non les propositions de leurs camarades.

Toujours selon Romero et Vallerand (2016), la créativité est un processus de conception d'une solution jugée nouvelle, innovante et pertinente pour répondre à une situation-problème et adaptée au contexte. À plusieurs reprises, il a été démontré que la résolution de problèmes mathématiques est au cœur du développement de la créativité en montrant, par différentes approches, qu'il est possible de résoudre un problème mathématique. La résolution de problème est vue, dans ce contexte, comme la capacité d'identifier une situation-problème, pour laquelle le processus et la solution ne sont pas connus d'avance (Romero & Vallerand, 2016). C'est également la capacité à déterminer une solution, de la construire et de la mettre en œuvre de manière efficace (ibid., 2016). D'un autre point de vue, la créativité, qui est également une compétence transversale identifiée par le PER (2010), peut également être développée en mathématiques grâce, entre autres, aux outils numériques. En effet, le large panel de ressources interactives par leur côté ludique, attrayant et la quantité de défis intéressants qui sont proposés, peuvent stimuler la créativité des apprenants. Il faut tout de même être plus nuancé et avoir un regard critique par rapport aux ressources existantes qui sont parfois construites, sans fondement scientifique.

POURQUOI TRAVAILLER LE CODAGE EN MATHÉMATIQUES ?

Dans la séquence proposée, nous cherchons à mettre en regard un itinéraire réalisé d'un point de vue mathématique au codage. En effet, selon Romero et al. (2017), l'apprentissage de la programmation développe des stratégies cognitives et métacognitives liées à la pensée informatique dont : l'abstraction, l'algorithmique, l'identification, la décomposition ainsi que l'organisation de structures complexes et de suites logiques. La programmation s'exprime par le biais du code qui est un ensemble d'instructions écrites en langage informatique et nous permet, ainsi, de donner des instructions aux appareils numériques et programmables tels que les ordinateurs ou encore les robots (Romero, 2016). Dans cette séquence, nous allons justement demander aux apprenants d'utiliser le logiciel *Scratch*, qui est un outil numérique de codage et/ou, en prolongement, *Thymio* qui est un robot.

Enfin, le codage est un savoir procédural trop souvent travaillé de façon décontextualisée qui peut donc rester très abstrait (Romero, 2016). Dans notre séquence, nous cherchons alors à lui donner du sens et à rendre ce concept concret par le biais de l'activité mathématique proposée. Elle offre donc l'opportunité concrète de transférer et d'appliquer des concepts liés à la pensée informatique plus abstraits.

QU'EST-CE QUE L'INFORMATIQUE DÉBRANCHÉE ?

« L'informatique n'est pas plus la science des ordinateurs que l'astronomie n'est celle des télescopes. »
(Fellows & Parberry, 1993)

À travers notre séquence, nous cherchons également à apporter un regard différent sur l'éducation numérique et en montrant qu'elle peut aussi se travailler de façon complètement débranchée (Meckert-Chablais & Da Ronch, 2024). En effet, l'informatique sans ordinateur (Di Cosmo, 2015) ou sciences manuelles des ordinateurs (Quinson, 2016) se réfère à une approche qui vise à apprendre certains concepts informatiques sans utilisation directe d'ordinateurs ou de dispositifs numériques, mais par l'utilisation d'objets concrets ou de moyens complètement « déconnectés » (Alayrangués et al., 2017, voir aussi Duchêne & Parreau, 2023). En s'affranchissant de la technique, l'objectif visé est de rendre l'apprentissage du numérique plus accessible (Wing, 2006) et introduire des concepts informatiques et de programmation plus ludique comme c'est le cas, dans un premier temps, dans notre activité.

C'est ainsi que selon Romero (2016), nous entrons ici dans une approche de programmation créative qui vise à engager l'apprenant dans un processus de conception et de développement d'une œuvre originale par le biais de la programmation. Grâce à cette approche, ils sont encouragés à l'utiliser comme outil de résolution de problème qui permet une co-construction des connaissances (Romero, 2016).

Si nous revenons à notre proposition de séquence qui vise, d'un point de vue mathématique, à créer un itinéraire dans un espace familier (mésospace) ; nous demandons, dans un deuxième temps, aux apprenants de transposer cet itinéraire dans un outil de programmation tel que *Scratch* ou encore *Thymio*. Cela leur permet donc de transférer et d'explorer des concepts mathématiques en lien avec le repérage dans l'espace à des notions d'algorithme/codage et de programmation qui prennent alors tout leur sens. Grâce à cette approche, dans notre activité, les élèves font des liens et mobilisent des connaissances et des compétences dans différents domaines référencés dans le PER (2010, 2023) : les mathématiques (MSN 21), les sciences humaines et sociales (Relation Homme-Espace/SHS 21) ainsi qu'en éducation numérique (EN 22).

PRÉSENTATION DE LA SÉQUENCE ET ANALYSE *A PRIORI* SUCCINCTE

Dans cette partie nous allons, tout d'abord, présenter les objectifs généraux liés à cette séquence tant sous l'angle des mathématiques que de l'éducation numérique. Nous allons également formuler les objectifs touchant à la formation générale, aux capacités transversales ainsi que faire un lien interdisciplinaire. Puis, une analyse *a priori* succincte sera développée et finalement, chaque séance sera détaillée par une planification sommaire.

PER Maths	MSN 21 : Poser et résoudre des problèmes pour structurer le plan et l'espace
PerNum	EN 22 : S'approprier des concepts de base de la science informatique EN 23 : Utiliser des outils numériques pour réaliser des projets
PER SHS	SHS 21 : Relation Homme-espace du domaine Sciences humaines et sociales, (catégorie (se) repérer Géo 7-8H)
PER CT et FG	Capacités transversales travaillées : - Collaboration ; - Communication ; - Stratégies d'apprentissage. Formation générale : - FG 24 : Assumer sa part de responsabilité dans la réalisation de projets collectifs - FG 25 : Reconnaître l'altérité et développer le respect mutuel dans la communauté scolaire

Fig. 3 : Les objectifs généraux travaillés durant la séquence

Dans cette séquence, nous avons choisi de développer l'activité en lien avec celle des MER Mathématiques 7H mais, cette proposition de séquence et tout à fait adaptable en partant de l'activité « Autour du musée » en 6H ou « Château de Gruyère » en 8H dont voici les références :

- 6H « Autour du musée » L.13 p. 33 et F. 63 p. 92
- 7H « Vues du parc » L.27 p. 38 et F.78 p. 103
- 8H « Château de Gruyère » L. 38 p. 46-7 et F.69 p.87

Dans le cas où la séquence serait adaptée en 6H ou en 8H, il serait pertinent de choisir un autre lieu que l'école pour effectuer la séquence comme : la salle de classe, le chemin de l'école ou un lieu se situant dans le macro-espace pour les 8H en particulier. Afin de réaliser cette séquence, vous aurez besoin du matériel suivant :

- Tablettes, ordinateurs ;
- Appareils photos ;
- Connexion au réseau ;
- MER Mathématiques (Livre et fichier de 7H) ;
- MER EdNum. 7-8H Décodage.

Nous pensons qu'il conviendrait également de prévoir les éventuelles difficultés liées au matériel utilisé. En effet, il faudra veiller à avoir suffisamment de matériel et que celui-ci soit fonctionnel. Il faudra aussi s'assurer de la qualité de la connexion réseau.

Dans ce prochain paragraphe, nous allons citer quelques prérequis dans le domaine des mathématiques qui nous semblent nécessaire à la réalisation de cette séquence (d'après ESPER¹) :

- *Écrire et trouver des positions sur un quadrillage en utilisant un système de repérage proposé ;*
- *Suivre un trajet sur un quadrillage en utilisant un système de repérage proposé.*

De façon plus concrète, en 5^e et 6^e année, les élèves ont eu l'occasion de résoudre des problèmes dans lesquels ils devaient décrire une position, trouver une position à partir d'une description, décrire un trajet ou suivre un trajet à partir d'indications. Pour ce faire, ils ont dû mettre en place et utiliser des procédures de repérage relatif² et/ou absolu. Les élèves devraient donc être capable de...

- *Utiliser des éléments objectifs pour se repérer (bâtiments, arbres, plates-bandes, chemins...) et leurs emplacements les uns par rapport aux autres (devant, derrière, à gauche, à droite) ;*
- *Observer et mettre en relation la position, l'orientation, l'éloignement des éléments/ bâtiments afin d'identifier le lieu des prises de vue. Ils repèrent l'orientation des flèches : à angle droit ou non avec une façade ;*
- *Mettre en relation deux photos et prennent en compte l'éloignement du bâtiment ;*
- *Procéder par « codage » ;*
- *Procéder par ajustements d'essais-erreurs.*

Concernant ceux liés à l'éducation numérique, en fonction de ce qui a été travaillé les années précédentes, nous imaginons que les élèves sont capables :

- De se connecter de manière autonome à l'environnement numérique de travail (ENT) ;
- D'effectuer des recherches simples sur internet ;

¹ Lien vers la plateforme ESPER : <https://www.ciip-esper.ch/#/sequence/179>.

² Le repérage relatif prenant en compte le point de vue de l'observateur (repères subjectifs) et/ou se faisant indépendamment de l'observateur (repères objectifs).

- D'utiliser les fonctions simples du logiciel WORD ;
- De prendre une photo sur un appareil photo, une tablette et/ou un smartphone de façon autonome.

Sous l'angle des mathématiques, voici quelques obstacles auxquels nous avons pensé et ce que nous proposons pour les pallier. Ces derniers peuvent être reliés au repérage dans le méso-espace, au rapport à l'orientation ou encore à la capacité d'identification d'éléments significatifs :

Obstacles	Étayage
<ul style="list-style-type: none"> - Repérer les éléments significatifs permettant d'identifier le lieu des prises de vues ; - S'orienter et/ou prendre en compte l'éloignement des bâtiments et/ou leur position ; - Créer un itinéraire efficace et correct ; - Reproduire l'itinéraire proposé par leurs camarades. 	<ul style="list-style-type: none"> - Repérer et demander aux élèves en difficultés de mettre en évidence (colorier, entourer) les éléments significatifs permettant d'identifier l'emplacement des photographies ; - Utiliser le micro-espace pour réaliser l'exercice au lieu du méso-espace ; - Former des groupes hétérogènes afin de permettre aux élèves rencontrant le plus de difficultés d'être soutenus par les autres et renforcer leur motivation.

Fig. 4 : Obstacles et étayage possible en mathématiques

Nous allons maintenant vous présenter quelques obstacles liés à l'éducation numérique. Nous souhaitons vous mettre en garde sur le fait que ces obstacles devraient, selon nous, être des prérequis pour les élèves avant d'effectuer la séquence proposée :

- Les élèves ne se souviennent plus de leur accès à l'ENT ou ne sont pas capables de travailler de façon autonome avec la plateforme (créer et enregistrer un document ou un fichier partagé ...) ;
- Les élèves peinent à utiliser de manière autonome le logiciel *Word* ou encore *Google Map* ;
- Les élèves ne savent pas faire migrer une photo d'un outil numérique à un autre, ni même à l'enregistrer sur un fichier *Word* ;
- Les élèves ne connaissent aucune base sur *Scratch* et donc éprouvent des difficultés dans la réalisation de la mise en œuvre du code.

Voici quelques propositions d'étayage permettant de palier à ces difficultés :

- Former des groupes hétérogènes afin de permettre aux élèves rencontrant le plus de difficultés d'être soutenus par les autres et renforcer leur motivation ;
- Effectuer seulement le système de codage de façon débranchée pour les élèves en difficultés ;
- Utiliser les marches à suivre proposées par l'enseignant ;
- Se référer au MER « Décodage » ; l'enseignant pourrait proposer des séquences dans le moyen « Décodage » lorsque les élèves rencontrent des difficultés ;
- Procéder par ajustement d'essais-erreurs ;
- Procéder par « codage ».

Principales variables didactiques et leur valeur et les procédures associées

Les valeurs didactiques émergent dans les recherches menées par Brousseau (1981 ; 1998), et se définissent comme étant un élément qui permet « d'agir au niveau des situations d'apprentissage, d'en manipuler les caractéristiques pour obtenir les changements d'attitudes souhaités » (ibid., 1981, p. 9). Plus concrètement,

toujours, dans le domaine des mathématiques, est considéré comme variable didactique, un élément qui a un impact sur l'apprentissage des élèves et qu'elles commandent chez les apprenants un comportement procédural différent (ibid., 1981).

L'identification des variables didactiques et de leur valeur associée dans la séquence que nous traitons ici est donnée ci-après. Il est à préciser que cette liste n'est pas exhaustive. Elle a uniquement pour but d'identifier certaines variables significatives d'un point de vue didactique qui pourraient, selon leurs valeurs, influencer le comportement procédural des élèves.

Dans cette activité, la première variable que nous identifions concerne **la nature de l'espace**. En effet, nous pensons que le fait de travailler dans le méso-espace et dans un lieu connu des élèves : la cour d'école, peut avoir un impact sur leur façon de travailler, car il s'agit d'un espace qui leur est familier. Les élèves ayant déjà beaucoup travaillés durant le cycle 1 dans le micro-espace ; nous pensons qu'ils sont maintenant prêts pour effectuer ce travail dans un espace plus grand. Nous sommes convaincus qu'il s'agit d'un enjeu important pour les élèves, car ils connaissent déjà tous le déplacement à effectuer et peuvent se concentrer sur la rédaction de l'itinéraire. Ainsi, l'objectif est davantage ciblé sur l'apprentissage visé (MER, 2023) : décrire un itinéraire et/ou un trajet que sur le premier apprentissage visé (MER, 2023) qui est : se repérer sur un plan ou dans l'espace. Cela aura pour impact de permettre aux apprenants d'être davantage ciblés sur l'objectif et pour ceux qui rencontrent des difficultés à se repérer sur un plan d'éviter un obstacle.

La deuxième variable se situe au niveau **des repères et/ou de la direction à privilégier**. En effet, dans cette activité, les élèves auront la contrainte partir du vestiaire de l'école et de sortir par la porte bleue plutôt que de partir depuis la salle de classe. Étant donné la configuration de l'école, cela peut modifier/rallonger l'itinéraire à réaliser par les élèves et changer certains repères mais aussi certaines directions. Les groupes ne pourront ainsi pas forcément choisir l'itinéraire le plus simple/rapide. Toutefois, cette variable est propre à la configuration du bâtiment scolaire et à prendre en considération en fonction de chacun.

La troisième variable que nous identifions se situe au niveau **des moyens de communication**. En effet, étant donné que nous souhaitons que les élèves puissent ensuite conceptualiser de façon abstraite l'idée du codage grâce à *Scratch* et/ou *Thymio*, nous pensons qu'il est plus pertinent de leur proposer d'effectuer leur itinéraire par écrit sur une feuille. Ainsi, lors de l'échange des itinéraires, les élèves pourront également le tester de façon plus autonome. Nous sommes toutefois conscients que ce moyen de communication peut amener à certaines difficultés dans certains groupes d'élèves. Afin de pallier ces difficultés, il est donc possible de proposer un plan de l'école et ses alentours aux groupes pour lesquels il s'agit d'un obstacle trop important.

La quatrième variable didactique constitue **la forme sociale de travail**. En effet, il sera proposé aux élèves de travailler par groupes hétérogènes de 2-3 élèves. Il serait souhaité que ces groupes soient choisis au préalable par l'enseignant-e. Un travail de coopération entre pairs leur sera demandé et nous pensons que c'est un facteur qui aura un impact durant la réalisation de l'itinéraire puis, du codage. En effet, nous pensons que cette approche pédagogique va nécessiter de la part des élèves un travail de collaboration soutenu afin de se mettre d'accord sur la nature du codage. De plus, afin de travailler efficacement, il serait utile que des rôles soient attribués à chaque participants. Dans le groupe, un élève devra retranscrire correctement le déplacement, un autre devra le dicter et le dernier devra tester le code afin de le vérifier.

La dernière variable est relative à l'objectif fixé pour la séance et donc au **caractère branché et/ou débranché du travail** poursuivi par les élèves. En effet, cette variable change de façon significative la manière de percevoir la réalisation de l'itinéraire puisqu'elle sera ensuite transformée en code. En effet, nous pensons que le langage de communication choisi pour la réalisation de l'itinéraire peut influencer la façon dont ils réussiront ensuite à transférer cet apprentissage dans le concept d'algorithme et de codage en éducation numérique, car le langage de programmation peut changer en fonction du moyen numérique choisi et il est essentiel de prendre en compte cet élément. En effet, selon Romero et Vallerand (2016), il existe différents types de langages informatiques qui gardent toutefois des structures logiques assez similaires. Plus concrètement, nous pensons qu'il est important que l'approche que nous choisissons pour coder l'itinéraire réalisé par les élèves soit assez facilement adaptable à *Scratch* (Romero & Vallerand, 2016), que nous avons choisi pour travailler le codage (voire *Thymio* puisqu'il est proposé en prolongement de

cette séquence. Cela permettra également de soutenir la motivation et l'autonomie des élèves dans la réalisation cette tâche complexe.

Ci-dessous, voici maintenant les objectifs et le déroulement de chaque séance :

Séance 1

PER	Identifier des prises de vue selon l'endroit et la direction dans laquelle elles ont été prises.
PerNum	-
PER CT et FG	Collaboration ; communication ; développer des stratégies de recherche

Fig. 5 : Objectifs spécifiques liés à la séance 1

Étapes	Description de l'activité	Forme sociale de travail	Matériel Référence MER
Étape 1 15'	<ul style="list-style-type: none"> - Lire l'exercice « Vues sur le parc » ; - Mettre en évidence les éléments que l'on pourrait observer pour reconnaître le lieu des éventuelles prises de vue (végétation, aménagement des lieux, construction du bâtiment, ...). 	En plénum	L.27 p. 38 « Vues du parc »
Étape 2 20'	<ul style="list-style-type: none"> - Réaliser la F78 p. 103 ; - Comparer et discuter les réponses proposées entre élèves. 	Individuellement Par groupe de 2-4 élèves	L.27 p. 38 F78 p. 103 « Vues du parc »
Étape 3 10'	Corriger l'exercice en identifiant les éléments qui permettent de valider les réponses proposées.	En plénum	TBI L.27 p. 38 F78 p.103 « Vues du parc »

Fig. 6 : Déroulement de la séance 1

Séance 2

PER Maths	-
PerNum	Utiliser des outils numériques pour réaliser des projets : ... en sélectionnant l'outil qui convient pour une tâche ... en créant des documents (texte, dessin, audio, ...)
PER CT et FG	Collaboration ; communication ; développer des stratégies de recherche

Fig. 7 : Objectifs spécifiques liés à la séance 2

Étapes	Description de l'activité	Forme sociale de travail	Matériel Référence MER
Étape 1 10'	<ul style="list-style-type: none"> - Présenter le projet aux élèves ; - Discuter avec eux des critères d'une bonne photo (cadrage, netteté, absence d'éléments « perturbateur » doigts, ...) - Faire le tour de l'école. 	En plénum	TBI
Étape 2 10'	<ul style="list-style-type: none"> - Se mettre d'accord sur un lieu à photographier ; - Choisir l'outil le plus adéquat parmi ceux à disposition pour prendre la photo ; - Se rendre à l'endroit choisi et effectuer la prise de vue. 	Par groupe	Tablette, smartphone, Appareil photo, ...
Étape 3 10'	<p>Si nécessaire, rappeler aux élèves :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comment se connecter à l'ENT ? - Où trouver le Drive ? - Comment créer un dossier partagé ? - Comment faire migrer l'image sur l'ordinateur et l'enregistrer dans le dossier partagé du drive ? 	En plénum	TBI
Étape 4 15'	<p>Effectuer les différentes actions ci-dessus :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se connecter à l'ENT d'un des membres du groupe ; - Créer un dossier partagé avec les autres membres du groupe et son enseignant dans le Drive ; - Charger la photo sur l'ordinateur ; - L'enregistrer dans le dossier partagé du Drive pour donner l'accès à tous les membres du groupe et l'enseignant. 	Par groupe Accompagnement de l'enseignant	Tablette, smartphone, Appareil photo, Ordinateurs, Utiliser evtl. la fiche « marche à suivre ENT »

Fig. 8 : Déroulement de la séance 2

Séance 3

PER Maths	Situer une prise de vue selon l'endroit et la direction dans laquelle elles ont été prises.
PerNum	Utiliser des outils numériques pour réaliser des projets : ... en distinguant et en utilisant les outils de navigation sur internet ... en créant des documents (texte, dessin, audio, ...)
PER CT et FG	Collaboration ; communication ; développer des stratégies de recherche

Fig. 9 : Objectifs spécifiques liés à la séance 3

Étapes	Description de l'activité	Forme sociale de travail	Matériel Référence MER
Étape 1 10'	<ul style="list-style-type: none"> - Présenter le projet aux élèves ; - Identifier un outil qui leur permettra de réaliser une prise de vue aérienne de l'école ; - Présenter Google MAP et son fonctionnement aux élèves. 	En plénum	TBI
Étape 2 10-5'	<ul style="list-style-type: none"> - Visiter le site google Map ; - Trouver la ville/le village, l'école ; - Passer en mode satellite ; - Effectuer une capture d'écran de l'école. 	Par groupe Accompagnement de l'enseignant	Ordinateurs Connexion réseau Utiliser evtl. la fiche « marche à suivre Google Map »
Étape 3 10'	<p>Si nécessaire, rappeler aux élèves comment ? :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Trouver WORD sur l'ENT; - Insérer et déplacer des images dans le document ; - Créer une flèche ; - Enregistrer le document dans le dossier partagé de l'ENT. 	En plénum	TBI
Étape 4 10-15'	<p>Les élèves effectuent ces différentes actions :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ouvrir un document WORD depuis l'ENT; - Écrire un titre et le souligner ; - Déposer la capture d'écran et la photo prise à la séance 2 sur le fichier WORD, la placer correctement sur la page ; - Créer la flèche montrant le lieu de la prise de vue sur la capture Google ; - Enregistrer le document dans le dossier partagé. 	Par groupe Accompagnement de l'enseignant	Ordinateurs Utiliser evtl. la fiche « marche à suivre Word »

Fig. 10 : Déroulement de la séance 3

Séance 4

PER	Décrire et suivre un itinéraire menant d'un point donné vers un lieu choisi
PerNum	S'approprier les concepts de base de la science informatique : ... en encodant, décodant et en transformant des données
PER CT et FG	Collaboration ; communication ; développer des stratégies de recherche

Fig. 11 : Objectifs spécifiques liés à la séance 4

Étapes	Description de l'activité	Forme sociale de travail	Matériel - Référence MER
Étape 1 30-45'	<ul style="list-style-type: none"> - Présenter aux élèves les principes du codage ; - Effectuer l'activité « Le maître du jeu ». <i>(Activité à réaliser de préférence en salle de gym ou en extérieur)</i> 	En plénum Par groupe Par 2	ESPER MER Maths 7H activité « Le maître du jeu » : E-FCC-16 Le maître du jeu
Étape 2 20'	Créer un système de codage débranché permettant aux élèves de se rendre d'un lieu déterminé par l'enseignante vers le lieu recherché.	Par groupe	Fiche préparée par les élèves <i>(à imprimer préalablement)</i>
Étape 3 15-20'	<ul style="list-style-type: none"> - Tester le codage proposé par un groupe ; - Effectuer une photo du lieu d'arrivée ; - Comparer avec la prise de vue effectuée par le groupe. 	Par groupe	Appareil photo, smartphone, tablette Fiche préparée par les élèves

Fig. 12 : Déroulement de la séance 4

Séance 5

PER Maths	-
PerNum	S'approprier les concepts de base de la science informatique : ... en encodant, décodant et en transformant des données
PER CT et FG	Collaboration ; communication ; développer des stratégies de recherche

Fig. 13 : Objectifs spécifiques liés à la séance 5

Étapes	Description de l'activité	Forme sociale de travail	Matériel – Référence MER
Étape 1 10'	<ul style="list-style-type: none"> - Questionner les élèves : Qu'est-ce que SCRATCH, Qu'est-ce qu'ils connaissent, ont déjà appris à faire ? - Faire le lien avec SCRATCH JR qu'ils connaissent déjà. - Présenter aux élèves le projet du travail. 	En plénum	Ordinateur Connexion réseau
Étape 2 3X45'	Effectuer le scénario 2 du MER 7-8H « Décodage ».	Selon planification dans le MER « Décodage »	Ordinateur Connexion réseau MER EdNum. 7-8H « Décodage » Scénario 2 : Découverte de Scratch – 7°

Étape 3 45'	<ul style="list-style-type: none">- Insérer l'image « Google MAP » de son village ;- Coder sur SCRATCH un déplacement allant d'un point déterminé par l'enseignant jusqu'au lieu de la prise de vue réalisée sur Google Map.	Par groupe	Ordinateur Connexion réseau
----------------	---	------------	--------------------------------

Fig. 14 : Déroulement de la séance 5

Prolongements possibles

Afin de prolonger cette séquence d'enseignement, il serait intéressant et motivant pour les élèves de tester un système de codage par robotisation comme *Thymio* par exemple. Le scénario 1 des MER 7-8H « Décodage » (Thymio VPL, Les missions – 7^e) propose une séquence d'enseignement ludique autour du robot.

La location de ce matériel est possible via la médiathèque Valais en voici quelques exemples :

- <https://bib.rero.ch/vs/documents/1701291>
- <https://bib.rero.ch/vs/documents/1760205>
- <https://bib.rero.ch/vs/documents/1764106>
- <https://bib.rero.ch/vs/documents/1805384>

Un kit de robotisation à réaliser par les élèves avec une marche à suivre est également disponible sur *Explore-it!* :

- <https://www.explore-it.org/fr/aperçu-des-séquences-didactiques/aperçu-robotique-1>

RETOUR D'EXPÉRIENCE

À la suite de la mise en œuvre de cette séquence en classe, nous constatons une grande motivation chez les élèves à tester *Scratch* et réaliser l'activité débranchée proposée. Toutefois, il est important de relever que les prérequis actuels des élèves ne sont pas suffisants à la réalisation complète de ce travail. Plusieurs « marche à suivre » pourraient être proposées afin de pallier cette difficulté. Il conviendra d'identifier, ou non, le besoin de les conserver une fois que l'éducation numérique aura été travaillée dès le cycle 1 et qu'elle fera l'objet d'un apprentissage régulier avant la 7H. Il serait utile de proposer deux scénarios dans le moyen d'enseignement « Décodage 7-8H » qui pourraient être intéressants à effectuer pendant et/ou après cette séquence. Il s'agirait du :

- Scénario 1 : Thymio VPL, Les missions – 7e
- Scénario 2 : Découverte de Scratch – 7e

Malgré l'impression d'aisance que nous observons chez nos élèves quant à l'utilisation des outils informatiques, nous avons aussi pu constater que ces derniers ont des lacunes concernant l'utilisation des outils et logiciels (*Word* par exemple). Nous avons également constaté que prendre une photo cadrée en respectant certains critères n'est pas aussi simple pour les élèves.

Il est également important de relever que le système de codage effectué de façon débranchée et respectant les principes de la science informatique ne permet pas, dans la réalité, de se rendre vers le lieu demandé (lié à un problème de distance). De plus, un certain découragement face aux difficultés rencontrées dès la séance 3 a été constaté. Il est important de proposer des outils ou des moyens pour pallier ces difficultés. Les outils à disposition de l'enseignant ne sont pas suffisamment efficaces afin de permettre de rendre les élèves plus autonomes dans l'utilisation de certains outils et logiciels (*Word*, *Google Map*...). Nous constatons également que la gestion des élèves n'est pas évidente en raison des nombreux déplacements demandés. Il est donc important de poser un contrat didactique clair et d'établir des consignes de sécurité avec les élèves

avant la séance 2. Par ailleurs, d'un point de vue logistique, il n'a pas été facile d'avoir à disposition suffisamment d'outils numériques pour effectuer cette séquence.

Pistes de différenciation

Afin de différencier les apprentissages et de pouvoir être davantage présent pour les élèves, nous imaginons proposer aux plus avancés d'effectuer d'autres prises de vue et d'autres codages plus complexes tant de façon débranchée que sur *Scratch*.

Enfin, pour les élèves en difficultés, nous souhaitons proposer une activité se réalisant dans le micro-espace plutôt que le méso-espace ; ne proposer que l'activité de codage « débranchée » ou encore leur donner des marches à suivre facilitant l'appréhension des outils et logiciels numériques. La différenciation peut également se faire dans la formation des groupes en proposant des groupes hétérogènes qui permettent de soutenir les apprentissages des apprenants. Ainsi, les groupes ayant de la facilité se verraient proposer les activités de prolongement en autonomie et ceux rencontrant des difficultés pourraient bénéficier d'un accompagnement de l'enseignant plus serré voire effectuer l'activité de différenciation plus accessible.

En outre, l'accompagnement des élèves par l'enseignant est très intense durant cette séquence notamment pendant les séances 2-3. Il est utile de proposer des marches à suivre claires et précises, mais aussi d'instaurer un système de tutorat entre élèves.

Voici toutefois quelques pistes concrètes de différenciation que nous pensons pertinentes à la suite de l'expérience réalisée :

- Repérer et demander aux élèves en difficultés de mettre en évidence (colorier, entourer) les éléments significatifs permettant d'identifier l'emplacement des photographies ;
- Utiliser le micro-espace pour réaliser l'exercice au lieu du méso-espace ;
- Effectuer seulement le système de codage de façon débranchée pour les élèves en difficultés. A contrario, proposer aux élèves avancés d'effectuer d'autres prises de vue et d'autres codages plus complexes tant de façon débranchée que sur *Scratch* ;
- Créer des marches à suivre afin de guider les élèves et les rendre plus autonome concernant l'utilisation des outils et des logiciels informatique (ENT, *Google Map*, *Word*, ...) concernant les exercices touchant à l'Éducation numérique ;
- Former des groupes hétérogènes afin de permettre aux élèves rencontrant le plus de difficultés d'être soutenus par les autres et renforcer leur motivation.

CONCLUSION ET RETOUR SUR LA PROBLÉMATIQUE

La séquence qui vous a été présentée dans cet article est la première d'un travail qui se poursuivra pour chaque année scolaire de tous les cycles de la scolarité obligatoire en Valais. Si nous reprenons notre problématique à savoir : **comment articuler l'existant dans le domaine des mathématiques et y intégrer le travail attendu au niveau de l'éducation numérique ?** Nous y répondons en disant qu'utiliser des éléments existants permet d'aider les enseignants à s'appropriier plus facilement les nouvelles attentes de l'éducation numérique tout en gardant la sécurité de continuer à travailler sur les éléments « maîtrisés » des autres disciplines, d'où l'intérêt de l'approche interdisciplinaire de la séquence proposée dans cette contribution. Selon Fourez, Maingain et al. (2002), une démarche « interdisciplinaire » sous-entend une approche globale qui utilise des savoirs et des méthodes provenant de plus d'une discipline. Une telle démarche favorise des « pratiques visant à décloisonner la construction des savoirs » (p. 11). Dans leur ouvrage, ces auteurs définissent l'interdisciplinarité comme l'utilisation des disciplines pour la construction d'une représentation d'une situation, cette représentation étant structurée et organisée en fonction des projets que l'on a (ou des problèmes à résoudre), dans leur contexte précis et pour des destinataires spécifiés (ibid., 2002). C'est ainsi qu'à travers cet article, nous avons pu démontrer qu'elle permet de vulgariser et rendre plus concret certains concepts abstraits grâce à l'informatique débranchée

utilisée dans le domaine des mathématiques notamment. Ce parallèle apprend aussi aux élèves que l'éducation numérique ne se limite de loin pas au travail effectué derrière un écran d'ordinateur. De plus, nous avons également pu montrer qu'il permet le développement de la pensée créatrice. Ce chapitre « Repérage dans le plan et l'espace » a aisément contribué, selon l'expérience vécue, à améliorer et faciliter le degré de compréhension des élèves, ainsi qu'à explorer une partie de l'étendue de la formation numérique. Cet axe de travail a également permis d'approfondir et développer les compétences mathématiques telles que :

- La vision spatiale ;
- Le repérage dans l'espace ;
- La création d'un itinéraire (codage) ;
- La capacité à suivre un itinéraire dans le méso-espace selon des consignes données (décodage).

Mais aussi les compétences dans l'éducation numérique :

- Choisir le meilleur outil et prendre une photo qualité d'un lieu choisi ;
- Développer ses compétences dans les logiciels *Word*, ...
- Utiliser l'ENT (leur environnement numérique de travail) ;
- Développer des compétences en sciences informatiques, mieux comprendre le codage et utiliser le logiciel *Scratch*.

Pour terminer, cette approche interdisciplinaire souhaitée par les autorités scolaires avec l'introduction de cette nouvelle discipline, a surtout suscité la motivation des élèves et amené une approche qui permet de réaliser un projet, travailler la résolution de problème et ainsi, en plus des objectifs liés aux disciplines à proprement parler, de travailler sur les capacités transversales des élèves et leur formation générale comme le montre la figure 15.

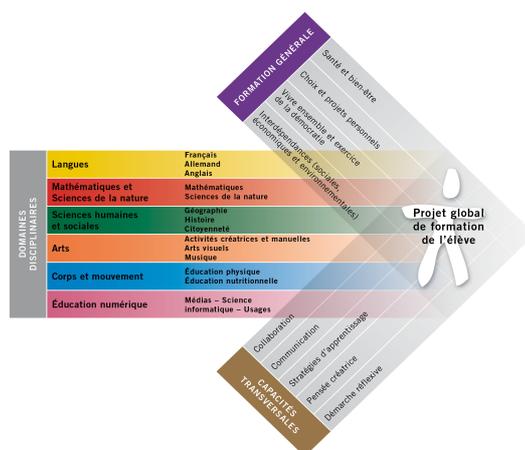


Fig. 15 : Flèche représentant le projet global de formation de l'élève (CIIP, 2023)

BIBLIOGRAPHIE

- Alayrangues, S., Peltier, S., & Signac, L. (2017, June). Informatique débranchée : Construire sa pensée informatique sans ordinateur. In Colloque Mathématiques en Cycle 3 IREM de Poitiers (pp. 216-226) : <https://hal.science/hal-01868132>, IREM de Poitiers, 2017.
- Brousseau, G. (1981). Problèmes de didactique des décimaux. *Recherches en didactique des mathématiques*, 2(1), 37-128.
- Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. La pensée Sauvage: Grenoble.
- CIIP (2010, 2023), Plan d'Études Romand (PER) : <https://portail.ciip.ch/per/domains>, Neuchâtel.

- CIIP (2021, 2022), Moyens d'Enseignement Romand (MER) : <https://www.ciip-esper.ch/#/discipline>, Neuchâtel.
- Di Cosmo, R. (2015). Enseigner et apprendre les sciences informatiques à l'école. Interstices : <https://interstices.info/informatique-ecole>.
- Duchene, E., & Parreau, A. (2023). Quelques pistes pour l'étude des situations d'informatique débranchée. (Soumis dans la revue EpiDEMES). <https://hal.science/hal-04053647/>
- Fellows, M.R., Parberry, I., (1993). SIGACT trying to get children excited about CS. Comput. Res. NEWS 5, 7. <http://archive.cra.org/CRN/issues/9301.pdf>
- Fourez, G., Maingain, A. et Dufour, B. (2002). Approches didactiques de l'interdisciplinarité. Bruxelles: DeBoeck Université.
- Meckert-Chablais, C. & Da Ronch, M. (2024). Faire de l'Éducation numérique en mathématiques. « Résonances » Mensuel de l'École valaisanne : La face cachée du métier, N°6 Mars 2024, p. 42-3.
- Quinson, M., (2016) Sciences manuelles du numérique : <http://people.irisa.fr/Martin.Quinson/Mediation/SMN/>.
- Romero, M., & Vallerand, V. (2016). Guide D'activités Technocréatives Pour Les Enfants Du 21e Siècle : Pensée Critique, Créativité, Collaboration, Résolution de Problèmes, Pensée Informatique. CreateSpace Publishing.
- Romero, M., Lepage, A., & Lille, B. (2017). Computational thinking development through creative programming in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 14, 1-15.
- Romero M. (2019). La programmation n'est pas que technologique. Programmer : une démarche sensible, culturelle et citoyenne pour résoudre des problèmes, Spectre N°49, Novembre 2019, p. 18 à 21.
- Romero, M. (2016). De l'apprentissage procédural de la programmation à l'intégration interdisciplinaire de la programmation créative. *Formation et profession : revue scientifique internationale en éducation*, 24(1), 87-89 : <https://doi.org/10.18162/fp.2016.a92>, 2016.
- Roy D., Nicole A., (2022) Décodage : Education numérique pour le cycle 2 (5-6e) : <https://decodage.edu-vd.ch/5-6/>, DEF, DGEO.
- Roy D., Nicole A., (2023) Décodage : Education numérique pour le cycle 2 (5-6e) : <https://decodage.edu-vd.ch/7-8/>, DEF, DGEO.
- Wing, J., (2006). La pensée informatique. Interstices : https://interstices.info/jcms/c_43267/la-pensee-informatique.
- Yasar, O., Maliekal, J., Little, L. J., & Jones, D. (2006). A computational technology approach to education. *Computing in Science & Engineering*, 8(3), 76-81.