

Eclairage pédagogique

Projet 1, 2, 3...codez !

Cycles 1, 2, 3 et 4

Résumé

L'enseignement de l'informatique est souvent compris comme celui de la programmation. Comme nous allons le voir, la programmation est essentielle, mais loin d'être suffisante dans un tel enseignement :

- il est indispensable de transmettre aux élèves les rudiments de la programmation assez tôt. Tout d'abord, parce qu'il est presque impossible de comprendre ce qu'est un programme sans en écrire quelques-uns soi-même. Ensuite, parce que donner aux élèves une maîtrise minimale de la programmation est essentiel pour leur permettre d'avoir une démarche d'apprentissage active. Un élève qui ne sait pas programmer et qui cherche à comprendre, par exemple, le code de César, se retrouve rapidement dans une situation de passivité : il peut, peut-être, comprendre les principes de cette méthode de chiffrement, il peut comprendre que d'autres personnes l'utilisent pour chiffrer et déchiffrer des messages, mais il ne peut pas le faire lui-même. En revanche, dès qu'il comprend les rudiments d'un langage de programmation, il peut écrire lui-même un programme de quelques lignes, qui permet de chiffrer et déchiffrer des messages, et s'approprier cette méthode par une démarche active.
- Toutefois, connaître l'informatique ne se limite pas à savoir programmer, de même que connaître l'électricité ne se limite pas à savoir réaliser un circuit électrique. Il est donc essentiel dans la conception d'un enseignement de l'informatique d'équilibrer différents objectifs :
 - que les élèves comprennent des algorithmes et les principes qui permettent de concevoir des algorithmes, par exemple le principe de dichotomie (au collège),
 - que les élèves comprennent ce qu'est un langage de programmation, en quoi il se distingue d'une langue naturelle, en quoi il se rapproche de la notation musicale, du langage qui permet d'exprimer les nombres avec des chiffres arabes ou romains, etc.
 - que les élèves comprennent que les objets informatiques traitent des données représentées de manière symbolique (textes, images, sons, ...) et comment ces données peuvent être compressées, chiffrées, corrigées, etc.
 - que les élèves comprennent que les machines à traiter de l'information sont diverses : ordinateurs, téléphones, robots, réseaux, ... mais que cette diversité cache une profonde unité : toutes ces machines traitent de l'information en exécutant des algorithmes, exprimés sous forme de programmes, dans un langage de programmation.

Le projet « 1, 2, 3... codez ! » permet aux élèves de s'initier aux 4 concepts de base de l'informatique cités ci-dessus (machine, algorithme, langage, information). Ces concepts peuvent eux-mêmes être déclinés en notions plus élémentaires, dont l'articulation est visible dans les scénarios conceptuels du projet.

L'informatique et les TICE, pour ne pas les confondre

Les TICE : importantes, mais pas suffisantes

Au cours de ces 3 dernières décennies, la présence de l'informatique dans les enseignements s'est focalisée sur l'apprentissage de l'utilisation d'outils tels que l'ordinateur, la tablette et quelques logiciels courants : le traitement de texte, le tableur, le navigateur Web, etc.

Cette approche centrée sur les usages est celle des Technologies de l'information et de la communication pour l'enseignement, ou TICE. Elle présente un intérêt certain puisqu'elle permet aux enfants d'acquérir des compétences utiles dans de nombreuses disciplines scolaires ou dans la vie quotidienne, qu'il s'agisse de chercher de l'information, de communiquer, de calculer...

Aller au-delà d'une simple utilisation : comprendre l'informatique

Cependant, l'approche centrée sur les usages ne prépare l'élève qu'à utiliser des outils standards sans comprendre les principes qui sous-tendent leur fonctionnement. L'élève ne s'en trouve ni équipé pour adapter les outils existants à ses besoins spécifiques, ni préparé à s'adapter aux évolutions rapides de ces outils, ni formé à imaginer et à créer de nouveaux outils. Ce sont pourtant ces compétences qui le rendront acteur du monde numérique qui l'entoure, plutôt que simple utilisateur.

L'informatique n'est pas qu'un ensemble d'outils, c'est une science, qui possède son histoire et ses concepts (largement racontés et détaillés dans l'éclairage scientifique, pages 8 et suivantes). En tant que science, l'informatique a toute sa place dans les enseignements, au même titre que la physique ou la biologie. Par ailleurs, les compétences travaillées en informatique, comme dans les autres sciences, concourent à développer chez l'enfant l'autonomie, la prise d'initiative, le raisonnement, la créativité, etc. Les concepts de l'informatique survivront aux outils d'aujourd'hui, et leur maîtrise accompagnera durablement les élèves, tout au long de leur vie professionnelle et citoyenne. À titre d'exemple : nous jugeons plus formateur de guider les élèves dans la découverte de la façon dont sont encodées les images, au cours d'activités débranchées (pixellisation manuelle d'images) et branchées (création de petites images numériques) que de se contenter de les entraîner à manipuler des images numériques à l'aide de logiciels sophistiqués utilisés comme des boîtes noires. Ces logiciels seront bien mieux utilisés si les élèves ont compris les notions sous-jacentes comme le codage de l'information, le pixel, la résolution, la compression...

Il en est de même pour les notions propres à l'algorithmique, à la programmation ou à la robotique. Leur maîtrise donne du sens à l'usage : un élève ainsi initié à ces concepts ne verra plus jamais du même œil son logiciel de traitement d'images, son tableur et tout autre logiciel, ou même un robot ménager. En un mot, aborder l'informatique en tant que science n'exclut pas les TICE, mais se limiter aux TICE nous semble une vision très réductrice de l'informatique.

Comment utiliser ce guide pédagogique ?

Un projet clefs en main...

Cet ouvrage présente un ensemble de progressions pour les cycles 1, 2 et 3 (de la maternelle à la 6^e) qui peuvent être considérées comme « clefs en main ». La description des séquences et des séances est suffisamment précise pour permettre à un enseignant, même peu familiarisé avec l'informatique, de savoir où il met les pieds. Pour chaque séance, on précise la durée de l'activité, le matériel nécessaire, le questionnement initial, les difficultés potentielles, la conclusion visée...

Toutes les séances ont été conçues par une équipe pluridisciplinaire composée d'enseignants, de formateurs et de scientifiques, puis testées dans une trentaine de classes de différents profils (milieu rural/urbain, favorisé ou non, avec des enseignants débutants ou expérimentés, en classe multi-niveau ou non...).

... un projet à s'approprier, puis à adapter !

S'approprier le projet pédagogique nécessite, dans un premier temps, d'en prendre connaissance. Pour cela il est indispensable de réaliser soi-même, à l'avance, les activités proposées, qu'il s'agisse d'activités branchées (nécessitant un ordinateur, une tablette ou un robot) ou débranchées.

Pour chaque cycle, nous proposons plusieurs séquences, comprenant des activités branchées et/ou débranchées, et proposant parfois plusieurs variantes selon le type de matériel disponible (ordinateur, tablette ou robot). Ces séquences s'inscrivent dans une démarche d'investigation et une démarche projet : il se peut que les élèves partent dans une direction différente de celle prévue dans la séance. L'enseignant devra donc, le cas échéant, adapter la progression, voire en construire une nouvelle, en fonction du temps qu'il souhaite y consacrer, de l'expérience passée de ses élèves...

Par ailleurs, ce guide pédagogique, qui couvre les 3 premiers cycles de la scolarité, peut être redécoupé de façon à construire un projet d'école cohérent à l'intérieur de chaque cycle ou pour la liaison CM2-6^e par exemple.

Pour ce faire, les scénarios conceptuels proposés pour chaque cycle permettent d'avoir une vue d'ensemble des notions visées et complètent ainsi les résumés des séances qui offrent une vue synthétique des types d'activités proposés.

En plus du guide pédagogique, des possibilités d'accompagnement

Afin d'accompagner l'introduction de l'informatique à l'école et au collège, la Fondation *La main à la pâte* et ses partenaires proposent différents services aux enseignants et aux formateurs :

- Formations en présentiel :
 - L'équipe de *La main à la pâte* anime des formations à la demande des autorités éducatives locales (circonscriptions, rectorats, ESPE...). Se renseigner sur le site Internet du projet (cf page 349).
 - Le réseau des Maisons pour la science propose également des formations dans les régions où les Maisons sont implantées (<http://www.maisons-pour-la-science.org/>).
- Formation à distance et hybride
 - Le consortium Class'Code, qui rassemble de nombreux acteurs institutionnels et associatifs, propose une formation hybride associant un MOOC et un accompagnement en présentiel sur l'enseignement de l'informatique (<http://classcode.fr>).
 - France IOI propose, sur son site Internet (<http://www.france-ioi.org/>) de nombreuses ressources, mais aussi des formations en ligne et un accompagnement à distance.
- Accompagnement en classe
 - Le dispositif ASTEP, mis en œuvre par la Fondation *La main à la pâte* permet à des enseignants de bénéficier, dans leurs classes, d'un accompagnement scientifique. Cet accompagnement peut en particulier se faire sur le thème de l'informatique (www.astept.fr).
- Accompagnement à distance
 - Le site Internet du projet (cf. page 349) se veut un outil d'accompagnement des enseignants, qui peuvent poser des questions, témoigner de leurs pratiques en classe, etc.

Comment enseigner l'informatique ?

Quels contenus enseigner ?

L'enseignement de l'informatique est souvent compris comme celui de la programmation. Comme nous allons le voir, la programmation est essentielle, mais loin d'être suffisante dans un tel enseignement :

- Il est indispensable de transmettre aux élèves les rudiments de la programmation assez tôt. Tout d'abord, parce qu'il est presque impossible de comprendre ce qu'est un programme sans en écrire quelques-uns soi-même. Ensuite, parce que donner aux élèves une maîtrise minimale de la programmation est essentiel pour leur permettre d'avoir une démarche d'apprentissage active. Un élève qui ne sait pas programmer et qui cherche à comprendre, par exemple, le code de César, se retrouve rapidement dans une situation de passivité : il peut, peut-être, comprendre les principes de cette méthode de chiffrement, il peut comprendre que d'autres personnes l'utilisent pour chiffrer et déchiffrer des messages, mais il ne peut pas le faire lui-même. En revanche, dès qu'il comprend les rudiments d'un langage de programmation, il peut écrire lui-même un programme de quelques lignes, qui permet de chiffrer et de déchiffrer des messages, et s'appropriier cette méthode par une démarche active.

- Toutefois, connaître l'informatique ne se limite pas à savoir programmer, de même que connaître l'électricité ne se limite pas à savoir réaliser un circuit électrique. Il est donc essentiel dans la conception d'un enseignement de l'informatique d'équilibrer différents objectifs:
 - que les élèves comprennent des algorithmes et les principes qui permettent de concevoir des algorithmes, par exemple le principe de dichotomie (au collège),
 - que les élèves comprennent ce qu'est un langage de programmation, en quoi il se distingue d'une langue naturelle, en quoi il se rapproche de la notation musicale, du langage qui permet d'exprimer les nombres avec des chiffres arabes ou romains, etc.
 - que les élèves comprennent que les objets informatiques traitent des données représentées de manière symbolique (textes, images, sons...) et comment ces données peuvent être compressées, chiffrées, corrigées, etc.
 - que les élèves comprennent que les machines à traiter de l'information sont diverses : ordinateurs, téléphones, robots, réseaux... mais que cette diversité cache une profonde unité : toutes ces machines traitent de l'information en exécutant des algorithmes, exprimés sous forme de programmes, dans un langage de programmation.

Le projet « 1, 2, 3... codez ! » permet aux élèves de s'initier aux 4 concepts de base de l'informatique cités ci-dessus (machine, algorithme, langage, information). Ces concepts peuvent eux-mêmes être déclinés en notions plus élémentaires, dont l'articulation est visible dans les scénarios conceptuels du projet.

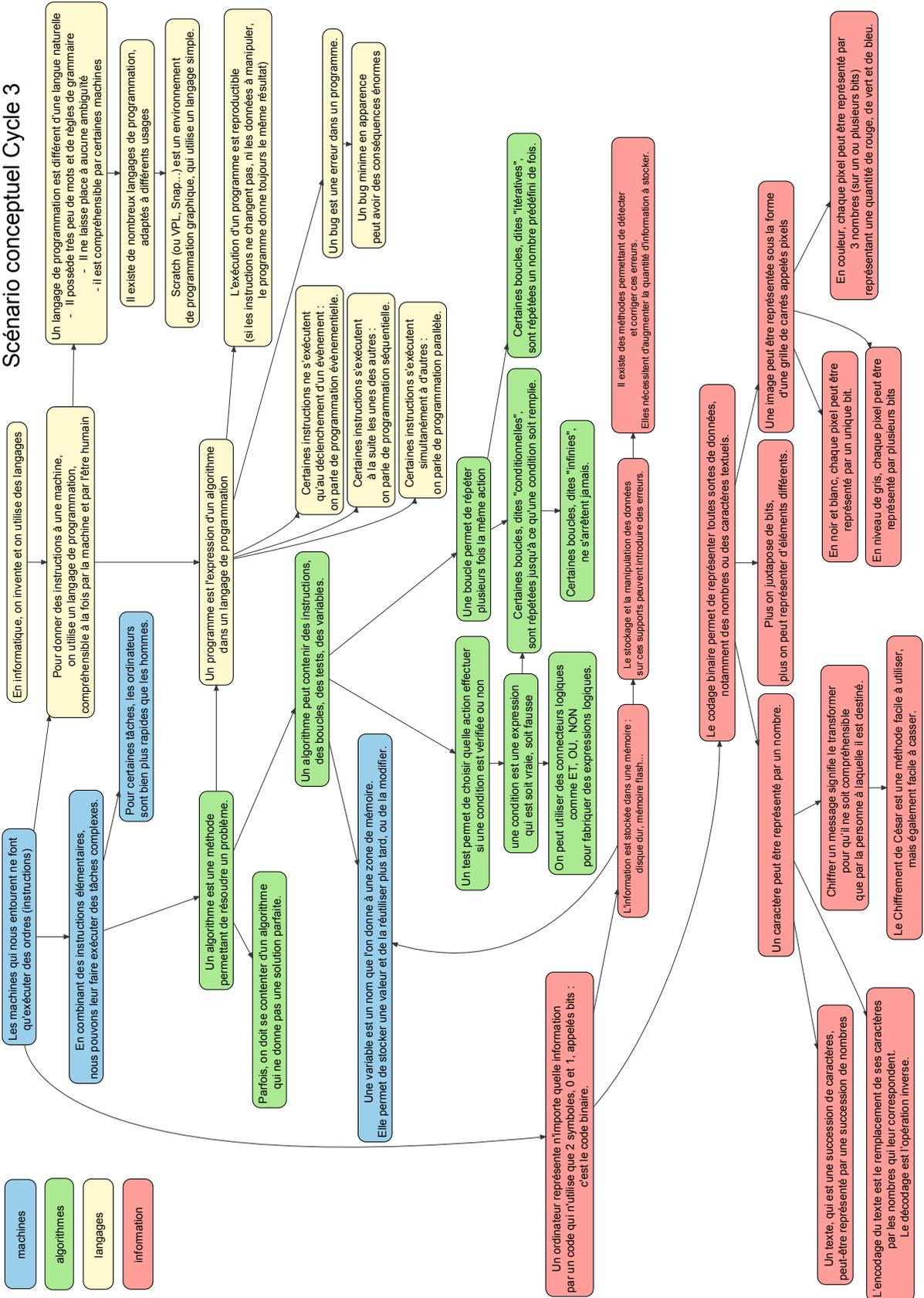
Ci-contre, un exemple de scénario conceptuel : celui proposé pour le cycle 3 (CM1, CM2, 6^e, les séances associées sont décrites page 210). Les autres scénarios sont visibles page 64 (cycle 1) et page 114 (cycle 2).

Les nouveaux programmes de l'école et du collège, applicables à la rentrée 2016, sont moins précis en termes de concepts mais distinguent clairement d'une part les activités de programmation et d'autres part celles relevant de l'algorithmique ou de la représentation de l'information (cf. page 57 et suivantes pour plus de détails).

LÉGENDE

- machines
- algorithmes
- langages
- information

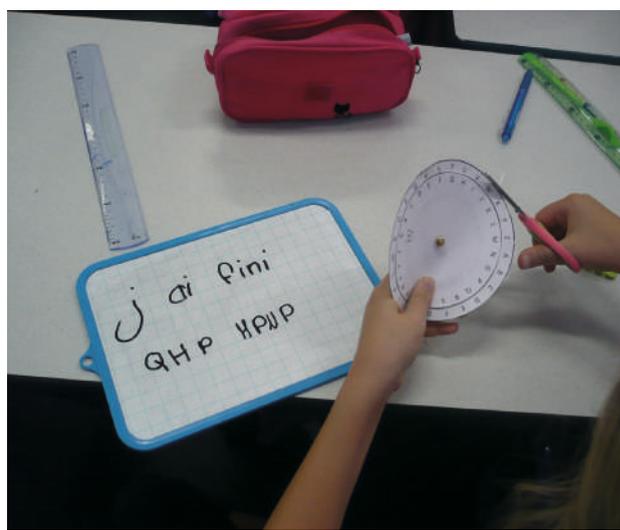
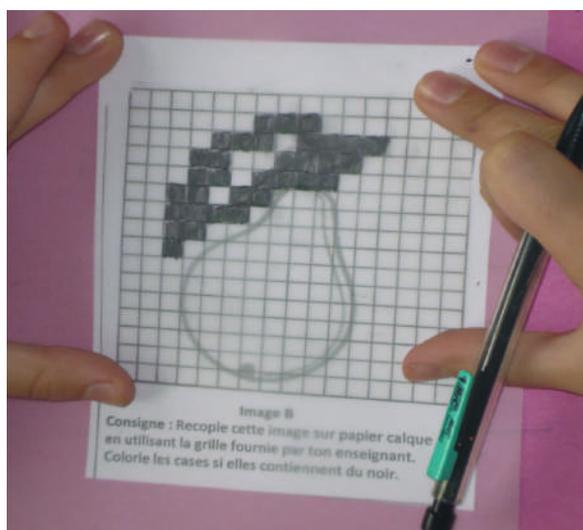
"1,2,3... codez !" Scénario conceptuel Cycle 3



Scénario conceptuel proposé pour le cycle 3 (voir page 209 pour plus de détails sur les progressions correspondantes)

L'intérêt des activités débranchées

Ce guide pédagogique propose de nombreuses activités dites « débranchées », au sens où elles ne nécessitent pas de machine informatique (ordinateur, robot...). Cette approche nous semble intéressante à plusieurs titres.



Quelques exemples d'activités débranchées en cycles 1, 2 ou 3 portant sur les notions de langage et d'algorithme, de codage de l'information (texte ou image) ou encore de chiffrement.

Démarrer un projet informatique par des activités débranchées offre plusieurs avantages pédagogiques. Lors d'une activité branchée, la machine demande une rigueur et un souci du détail qui trouble la réflexion sur les grands principes. En pratique, certains élèves ont également des difficultés à écouter les consignes ou à interagir entre eux quand ils travaillent sur ordinateur, tant l'écran focalise leur attention⁹.

Une activité d'informatique débranchée est davantage similaire à une activité « classique » en classe, ce qui la rend moins surprenante pour les élèves et les enseignants et simplifie le travail en groupe ou en classe entière tout en évitant les petits problèmes techniques sans rapport avec les notions étudiées.

9. Au sujet de l'utilisation des écrans, nous recommandons l'excellent projet pédagogique *Les Écrans, le Cerveau et l'Enfant*, publié aux éditions Le Pommier.

Tout d'abord, les activités proposées dans cet ouvrage montrent que de nombreuses notions importantes en informatique sont parfaitement abordables sans ordinateur. C'est intéressant d'un point de vue pratique, car cela ne demande aucun matériel coûteux et reste donc accessible à toutes les écoles. Les séances sur machine demandent par ailleurs un temps de préparation supérieur à l'enseignant, afin qu'il puisse faire face aux problèmes inattendus rencontrés en séance (cf. pages 237 et suivantes pour des conseils pratiques).

Ces activités débranchées doivent cependant être complétées par des activités branchées dans la mesure du possible, car maîtriser l'ordinateur reste la raison d'être de l'informatique. Certains pourraient se sentir frustrés par des activités en classe présentées comme étant de l'informatique mais n'utilisant jamais d'ordinateur.

L'intérêt pédagogique de la robotique

La robotique offre la possibilité de lier le monde numérique et le monde physique. C'est un champ privilégié d'application de l'algorithmique et de la programmation souvent plus motivant et plus rassurant qu'un simple écran d'ordinateur. C'est également l'occasion d'initier à une technologie majeure d'aujourd'hui, qui illustre l'intégration de l'informatique dans les objets physiques.

Plusieurs études montrent l'impact très positif de la robotique sur l'apprentissage de concepts informatiques, entre autres¹⁰. L'impact en est encore renforcé si on y associe une pédagogie active où les élèves expérimentent par eux-mêmes, s'appuyant sur une méthode d'investigation scientifique et une approche coopérative (voir page 51).

L'apprentissage de la démarche scientifique, de l'argumentation, du débat, sont soutenus par l'aspect tangible qu'apporte la robotique. La manipulation d'un objet physique est un élément motivant et un atout supplémentaire dans la compréhension. L'aspect coopératif induit par les activités robotiques offre également un nouvel espace d'expression aux élèves. La possibilité de tester des programmes sur des objets physiques, de valider ou d'invalider des hypothèses en leur donnant une expression tangible, contribue à débarrasser la notion d'erreur du sentiment de sanction intellectuelle, à redonner à l'erreur un statut positif, une étape dans le processus d'apprentissage.

Thymio II, un robot taillé pour l'éducation

Nous proposons dans ce guide pédagogique de nombreuses activités de robotique utilisant le robot Thymio II. Pourquoi celui-ci plutôt qu'un autre ?

Le Thymio II est un petit robot (11 x 11 x 5 cm), autonome, mobile et robuste, conçu spécifiquement pour l'éducation, particulièrement adapté de la maternelle au collège. Le Thymio II est *open source* matériel et logiciel et dispose d'une interface utilisateur riche et ergonomique. Il peut être utilisé directement dès sa sortie de la boîte, il n'y a rien à construire pour le faire fonctionner, mais des plots Lego® sur le dessus et sur les roues permettent de nombreuses compositions supplémentaires. En entrée, il dispose de cinq capteurs de proximité à l'avant, de deux à l'arrière, et de deux capteurs en dessous qui mesurent la luminosité du sol et peuvent ainsi distinguer des zones de différentes couleurs (pour suivre une ligne noire, par exemple). Il y a cinq boutons sensitifs sur le dessus, un

10. Lire par exemple « IniRobot: a pedagogical kit to initiate children to concepts of robotics and computer science », D. Roy et al., RIE 2015. <https://hal.inria.fr/hal-01144435>

microphone, un accéléromètre à trois axes pour mesurer des inclinaisons ou des chocs, un capteur infrarouge pour une télécommande extérieure et un thermomètre. En sortie, en plus des deux moteurs pour entraîner les roues, 39 LED sur l'ensemble du corps, dessus, dessous et sur les côtés permettent au robot d'utiliser de très nombreuses combinaisons de couleurs. Le robot dispose également d'un haut-parleur, d'un synthétiseur de sons et d'un emplacement micro SD pour stocker des fichiers musicaux par exemple. Tous les capteurs et actionneurs évoqués ci-dessus sont accessibles par programmation.

La programmation du robot se fait :

- soit par une interface de programmation visuelle très intuitive, accessible aux débutants, même aux enfants non lecteurs,
- soit par une interface de programmation textuelle utilisant un langage script simple,
- soit par les logiciels de programmation visuelle/textuelle *Scratch*, *Snap !* et *Blockly*. Pour programmer Thymio à l'aide de *Scratch* voir par exemple le site suivant : <https://dm1r.inria.fr/t/piloter-un-thymio-ii-avec-scratch/161>

La combinaison de la robustesse, de la richesse des capteurs et des actionneurs, de l'ergonomie de l'interface, de la possibilité d'une programmation totalement visuelle mais aussi de la programmation avec de nombreux autres langages font de Thymio un robot remarquablement adapté à l'éducation.



Le robot Thymio II (à gauche) et l'environnement de programmation graphique VPL 1.4 (au centre et à droite)

Enseigner l'informatique par une pédagogie active : démarche d'investigation et démarche de projet

Le projet pédagogique « 1, 2, 3... codez! », pluridisciplinaire, met en avant l'activité des élèves par le questionnement, l'expérimentation, l'observation, le tâtonnement, la programmation ou le débat.

Cette « pédagogie active » peut prendre des formes sensiblement différentes, notamment la démarche d'investigation ou la démarche de projet.

L'informatique, contrairement aux sciences de la nature (physique, biologie...) n'étudie pas un monde qui préexiste, mais un monde créé par l'homme. Si la démarche d'investigation s'applique aussi bien à l'étude des objets naturels que des objets artificiels, l'apprentissage d'une « science des objets artificiels », telle que l'informatique, demande aussi d'apprendre à en construire par soi-même. C'est pour cette raison que la démarche d'investigation doit être complétée par une démarche de projet.

Certaines séances du projet « 1, 2, 3... codez! » visent plutôt l'appropriation de concepts et s'inscrivent clairement dans une démarche d'investigation, telle qu'on peut la concevoir dans l'enseignement des sciences « classiques ». D'autres séances ciblent davantage le développement de compétences (ce qui ne les empêche pas de permettre la compréhension de concepts!) : c'est particulièrement le cas des séances de programmation sous *Scratch*. Ces séances s'inscrivent davantage dans une démarche de projet. Les séances de robotique sont intermédiaires : le robot peut donner lieu à la réalisation d'un projet, mais aussi constituer un champ d'investigation en lui-même.

Qu'est-ce qu'une démarche d'investigation ?

La démarche d'investigation, mise en avant notamment par *La main à la pâte* depuis 20 ans, est désormais bien implantée à l'école primaire. Tout en reconnaissant qu'une schématisation de cette démarche est forcément réductrice, nous pouvons tout de même identifier 3 phases en général présentes :

- un questionnement, initié par l'enseignant ou les élèves, donnant lieu à la formulation d'hypothèses ;
- une recherche qui peut être une expérience, une observation, une étude documentaire...
- une structuration des savoirs entraînant, à son tour, un nouveau questionnement, une nouvelle recherche, etc.

Les paragraphes qui suivent éclairent rapidement les grandes phases d'une démarche d'investigation.

La phase de questionnement

De la diversité des réponses fournies à ce questionnement, de leur confrontation, voire de leurs divergences, va se dessiner un problème que les élèves auront à résoudre. Le rôle de l'enseignant est de conduire la discussion qui amènera les élèves à prendre conscience du problème, de ce qu'ils cherchent à savoir ou à montrer. Pour cela, il encourage la communication entre les élèves et les guide dans leur réflexion : « Et vous, que diriez-vous ? Qu'en pensez-vous ? »

La formulation des hypothèses

En s'appuyant sur son expérience ou ses connaissances, l'élève donne des explications qu'il juge plausibles : ses hypothèses. C'est en passant par l'investigation, via une recherche documentaire, une expérimentation et/ou une modélisation que les élèves vont pouvoir confirmer ou infirmer ces hypothèses. La phase de recherche est ainsi suscitée par la nécessité de tester la pertinence d'une hypothèse.

La formulation des conceptions ou des hypothèses des élèves (ce qu'ils pensent savoir, ce qu'ils pensent comprendre et pouvoir expliquer d'un phénomène) peut être faite de façon individuelle ou collective.

- À l'écrit sous la forme :
 - d'un dessin ou d'un schéma légendé ;
 - d'un texte argumenté ;
 - d'une liste élaborée collégalement.
- À l'oral, sous la forme d'une discussion collective argumentée entre les élèves.

La phase de recherche

Lors de cette phase, toujours guidé par l'enseignant, l'élève s'investit, seul ou en groupe, dans la recherche de solutions au problème posé. Il s'agit de mettre à l'épreuve les « hypothèses » retenues. L'enseignant veille à ce que les modalités de recherche soient trouvées par les élèves eux-mêmes, ceux-ci ne devant pas être de simples exécutants. Il peut toutefois les aider en cas de blocage, par exemple en leur présentant le matériel disponible.

Lorsque l'expérience, la modélisation ou l'observation directe ne sont pas possibles, la recherche documentaire ou même l'interview d'un « savant » (qui peut être l'enseignant) permettent aux élèves de valider ou de réfuter les hypothèses précédemment émises.

Le guide pédagogique « 1, 2, 3... codez ! » offre une grande variété de moyens d'investigation. En voici un exemple de chaque type :

- expérimentation : utilisation de grilles de pixellisation plus ou moins fines pour tester l'effet de la résolution d'une image sur la reconnaissance de l'objet représenté ;
- modélisation : utilisation d'un jeu de cartes permettant de manipuler des variables ;
- recherches documentaires : étude de l'histoire de l'informatique ;
- programmation : réalisation d'un jeu vidéo ; pilotage d'un robot ;
- observations : démontage d'un robot Thymio pour voir de quoi il est composé.

La structuration des savoirs

On a vu combien le questionnement tient une place essentielle tout au long de l'investigation, qu'il s'agisse de poser un problème, d'interpréter le résultat d'une expérience, de confronter des points de vue... Il faut parfois plusieurs allers-retours entre questionnement et recherche avant de pouvoir répondre au problème et construire ainsi de nouvelles connaissances.

C'est lors de la phase orale collective que la classe construit véritablement un savoir commun. Le débat y tient une place primordiale. Cette mise en commun ne doit pas être vue comme un dialogue entre élèves et enseignant, mais comme un dialogue entre élèves, facilité par l'enseignant.

Toute la classe participe à l'élaboration d'une trace écrite collective, qui fait consensus et qui résume ce qui a été appris et compris. Cette conclusion permet également de prendre de la distance avec l'activité réalisée afin de pouvoir commencer à généraliser et à conceptualiser. La précision du vocabulaire devient ici centrale. La trace écrite collective est souvent textuelle, mais peut s'agrémenter d'autres formes de présentation : graphique, schéma, frise chronologique...

La conclusion de la classe fait consensus..., mais cela ne signifie pas qu'elle soit valable ! On peut être tous d'accord et tous se tromper ! Une étape essentielle, souvent oubliée, de l'investigation est la nécessaire confrontation du savoir construit en classe (nos conclusions) avec le savoir établi (ce que savent les scientifiques). Cette confrontation se fait à l'aide de livres, de documents... ou même avec l'enseignant qui est, lui aussi, dépositaire du savoir établi.

Dans le module pédagogique « 1, 2, 3... codez! » des conclusions types sont présentées à la fin de chaque séance. Il s'agit bien entendu d'exemples (basés sur des tests réalisés en classe) destinés à guider l'enseignant. Il serait cependant dommage que ces conclusions soient utilisées telles quelles. Nous recommandons aux enseignants de laisser leurs élèves élaborer leurs propres conclusions, basées sur le travail effectivement réalisé en classe.

Les rôles de l'enseignant dans la démarche d'investigation

Même si l'activité de l'élève est prépondérante et favorisée, l'enseignant a un double rôle, essentiel. Il n'est plus seulement celui qui transmet des connaissances, mais aussi celui qui aide les élèves dans un cheminement vers la construction, par eux-mêmes, de connaissances et l'acquisition de savoir-faire et de savoir-être.

Pour cela, il s'appuie sur la connaissance qu'il a des capacités de ses élèves et aussi de l'état de la progression de l'ensemble de la classe. Il est attentif à l'atmosphère générale comme au rythme de travail de chacun ou des groupes, apporte son soutien ou relance la réflexion quand cela est nécessaire et joue un rôle modérateur (« Et toi, à ton avis... », « Êtes-vous d'accord avec ce qui a été dit? »...). Il décide ou non de passer à une autre activité, à des moments de recentrage ou de généralisation. Pour tout cela, il est dit « tuteur » de la classe.

L'enseignant est aussi le garant des « faits » observés, de leur normalité, en tant qu'intermédiaire entre la science « officielle » (celle des savants) et les élèves. Il décide aussi, en se justifiant, de la prise en compte ou non des propositions des élèves, de leur traitement et, finalement, en tant qu'expert ou référent, de la qualité scientifique des résultats des travaux de la classe. Et pour cela, il est dit « médiateur » scientifique de la classe.

Sciences et maîtrise des langages

La communication orale ou écrite est présente tout au long du projet « 1, 2, 3... codez! ». Le cahier d'expériences, en particulier, est un outil précieux dont les usages méritent d'être détaillés.

L'écrit invite à mettre à distance, à clarifier et à formuler ses pensées afin de les rendre compréhensibles par tous. Les élèves non familiers des démarches d'investigation écrivent peu spontanément. Cette activité nécessite donc un apprentissage, qui sera effectif si les élèves en comprennent l'utilité. Tous les écrits, dans leurs formes les plus diverses (dessins, schémas, légendes, textes descriptifs ou explicatifs), contribuent à la construction des apprentissages.

- L'élève écrit pour lui-même

L'écrit permet à l'élève d'agir (préciser un dispositif expérimental, faire des choix, planifier, anticiper des résultats), de mémoriser (garder trace d'observations, de recherches, de lectures, revenir sur une activité antérieure) et de comprendre (organiser, trier, structurer, mettre en relation des écrits antérieurs, reformuler des écrits collectifs).

- L'élève écrit pour les autres

L'écrit lui permet de transmettre ce qu'il a compris, de questionner les autres élèves, mais aussi des personnes extérieures à la classe (autres classes, familles...), d'expliquer ce qu'il a fait ou compris, de synthétiser...

Le cahier d'expériences peut être organisé en deux parties : individuelle et collective.

Les écrits individuels constituent un espace personnel de l'élève, qui y écrit ses premières réponses aux questions posées, décrit les activités qui lui permettraient de répondre à ces questions, note ses prévisions, rédige ses comptes rendus. Ces écrits peuvent prendre la forme de textes, mais aussi de schémas, de dessins, de graphiques... Ils servent de moteur de réflexion et de trace de l'action : à ce

titre, ils sont pour l'enseignant un moyen de suivre les progrès et le cheminement personnel de chaque enfant. Il est important que l'enseignant n'intervienne pas d'autorité sur ces écrits personnels (pour en corriger les erreurs, par exemple). Il pourra en revanche aider l'enfant à les structurer petit à petit. Des écrits initialement peu élaborés et peu structurés vont s'enrichir petit à petit d'une description des dispositifs expérimentaux (liste du matériel, protocole, schéma ou dessin), d'une écriture des résultats et de leur interprétation, de conclusions...

Les écrits collectifs sont le fruit d'un véritable effort de confrontation d'idées et de propositions. Ils ont alors le statut d'écrits « validés » et doivent donc respecter les règles orthographiques et syntaxiques, et être enrichis d'un lexique précis.

Évaluer les acquis des élèves

Comment évaluer les connaissances et les compétences développées par les élèves au cours d'un projet comme celui-ci ? La réponse à cette question dépend avant tout de l'usage qui sera fait de cette évaluation. S'agit-il de vérifier, à la fin du projet, que les élèves ont bien acquis telle ou telle notion, dans le but de les noter, par exemple ? S'agit-il plutôt de recueillir des indices sur leur niveau de compréhension tout au long de l'investigation, qui permettront à l'enseignant d'adapter le déroulement de sa progression ? Le premier cas correspond à ce que l'on nomme « évaluation sommative ». Étant donné la longueur du module pédagogique, la diversité des niveaux auxquels il s'adresse et la multiplicité des parcours possibles, nous ne pouvons pas inclure ici de protocole d'évaluation sommative. En revanche, des exemples d'évaluations réalisées en classe sont disponibles sur le site Web du projet (voir page 349). Cependant, pour être précise, fiable et utile, une évaluation des connaissances, des compétences et des attitudes se complète avantageusement par l'observation régulière du comportement de l'élève, de son travail individuel ou en groupe et des traces écrites consignées dans son cahier d'expériences. Une telle évaluation, menée au fur et à mesure, permet d'en adapter la progression. Ainsi, si l'enseignant constate que certains élèves butent sur une notion, il pourra consacrer quelques minutes ou une séance entière à une autre activité. Cette situation de détour permettra d'aborder d'une manière différente la notion qui était mal assimilée par certains élèves, sans pour autant ennuyer les autres.

Le cahier d'expériences peut être un excellent outil pour l'évaluation formative, dès lors que les élèves l'utilisent systématiquement pour écrire ce qu'ils pensent du problème étudié (leurs idées, conceptions, prévisions, suggestions ou hypothèses), explicitent par quel moyen ils vont résoudre ce problème (protocole expérimental, par exemple), rendent compte de leurs résultats, expliquent sous forme de conclusion ce qu'ils en ont compris, individuellement, avant d'élaborer et de rédiger une synthèse collective au sein de la classe.

Qu'est-ce qu'une démarche de projet ?

La démarche de projet s'inscrit pleinement dans le courant des pédagogies actives. Formalisée au début du xx^e siècle (en premier lieu par John Dewey¹¹, qui est aussi à l'origine de la démarche d'investigation), elle a longtemps été cantonnée à l'école primaire, avant de s'étendre progressivement dans l'enseignement secondaire et supérieur.

Le guide pédagogique « 1, 2, 3... codez ! » propose deux séquences entièrement construites selon cette démarche ; il s'agit des séquences dédiées à la programmation en *Scratch Junior*, pour le cycle 2 (cf. page 149) ou en *Scratch*, pour le cycle 3 (cf. page 237).

11. Dans la littérature anglo-saxonne, cette approche est nommée *Project Base Learning* (PBL)

Ce qui caractérise cette démarche :

- Les élèves travaillent autour d'une tâche complexe (un problème autour duquel mener une enquête, pour le résoudre; une question pour laquelle il s'agit de chercher une réponse). Dans le cas du projet « 1, 2, 3... codez! » l'objectif de la démarche projet est de permettre aux élèves d'apprendre à programmer à partir d'une question ouverte et non pas d'exercices répétitifs (des exercices sont cependant nécessaires, en début de projet, pour s'appropriier l'environnement de programmation);
- La tâche peut être concrète et mener à une production; ou plutôt conceptuelle et mener à la construction d'arguments pour une discussion, pour justifier un point de vue (par exemple, un atelier philo). Dans le cas du projet « 1, 2, 3... codez! » on vise une production concrète: la programmation d'une animation sur tablette au cycle 2 et la programmation d'un jeu vidéo au cycle 3.
- L'étendue du projet dans le temps permet aux élèves, en groupe ou individuellement, de mener une vraie enquête pour répondre aux questions ou aux défis qui se dégagent de la tâche. Ces questions sont souvent ouvertes, au sens où elles n'ont pas nécessairement de réponse unique et pré-écrite. Dans le cas du projet « 1, 2, 3... codez! » les élèves travaillent la plupart du temps en groupes et leur production est une création personnelle, qui va au-delà de la reproduction d'un objet déjà existant.
- Le projet est géré par le groupe classe et non par l'enseignant seul (qui anime mais ne prend pas de décision seul);
- Cette tâche complexe peut être découpée en tâches plus élémentaires dans lesquelles les élèves peuvent avoir un haut degré d'autonomie et s'impliquer activement.

Les bénéfices d'une telle démarche sont nombreux :

- L'élève est conscient de ce qu'il fait... et de pourquoi il le fait!
- Le projet, par son caractère concret, est particulièrement motivant. Il est important que la tâche soit engageante pour les élèves et qu'elle fasse sens *de leur point de vue*, pour qu'ils aient envie de résoudre le problème. Mais aussi qu'elle soit perçue comme réalisable par eux, que le défi ne leur apparaisse pas hors de leur portée. Trop simple, elle est sans intérêt; trop difficile, elle est décourageante. Le fait de vivre une expérience « authentique » (on ne résout pas un exercice scolaire, on fabrique un vrai jeu vidéo!) est source de grande satisfaction.
- L'apprentissage des concepts est facilité par le fait que ceux-ci sont contextualisés et prennent sens. La question « comment, dans notre jeu vidéo, compter notre score ou notre nombre de vies? » va mener les élèves vers la notion de variable, ainsi que les actions qui vont avec: comment créer une variable? pourquoi faut-il l'initialiser? comment le faire? comment changer sa valeur? comment utiliser cette valeur dans une autre partie du programme (par exemple, quand le nombre de vies vaut zéro, il faut mettre fin au jeu)? Etc. Les connaissances et compétences mobilisées au cours du projet sont très diverses, sans découpage disciplinaire arbitraire.
- Les élèves changent leur rapport à l'erreur, qui devient partie intégrante du processus d'apprentissage. En effet, ils sont très fortement incités à tâtonner, à procéder par essai-erreur. D'autant plus quand le projet consiste à programmer un jeu: se tromper ne présente aucun danger, il n'y a pas de fausse manip possible (un programme erroné n'abîme pas l'ordinateur!) et le verdict tombe immédiatement. C'est d'ailleurs quelque chose que les élèves apprécient particulièrement: on sait tout de suite si ce qu'on a proposé marche ou pas, et c'est la machine qui le dit, pas l'enseignant ou le camarade. La facilité de l'essai et l'absence de conséquence dramatique de l'erreur facilitent l'autonomie et la prise de décision.

L'autonomie, dans un projet de programmation, n'est pas feinte : il existe souvent plusieurs méthodes (plus ou moins élégantes) de résoudre un même problème.

- Le projet permet d'exercer de nombreuses compétences transversales, comme la prise de décision, la planification, etc. Même s'il est possible de suivre un cours sur la conduite de projet, il s'agit d'un domaine dans lequel l'expérience prime : on apprend à mener un projet à bien en le faisant.
- L'intelligence collective est mise en valeur : la coopération se révèle indispensable car, si le projet est bien choisi, chaque élève sera confronté à un moment ou à un autre à une tâche qu'il ne sait pas résoudre seul. Démarrer l'année par un projet est d'ailleurs un excellent moyen pour créer du lien social dans la classe, pour souder le groupe à travers une activité fédératrice. Le projet permet aussi, par son côté concret et « non scolaire », de révéler certains élèves en difficulté qui, d'habitude sont plutôt en retrait.

Éviter d'interrompre le projet

Il peut être très tentant, pour l'enseignant, de vouloir profiter du projet et des difficultés rencontrées par les élèves pour introduire, au fil de l'eau, des « leçons » plus classiques. Cela peut parfois se justifier (faire s'approprier une nouvelle notion, conceptualiser un peu, prendre du recul), mais il faut être très prudent car ces activités de décrochage font perdre au projet toute sa saveur. Il ne faut donc pas en abuser. Pour cette raison, dans notre séquence de programmation pour le cycle 3, nous proposons quelques activités optionnelles qui peuvent aider à s'approprier certaines notions (variable, boucle, opérateur logique...). Nous suggérons fortement de les mettre en œuvre sur un autre temps que le temps consacré au projet, de façon à ne pas interrompre celui-ci.

Les rôles de l'enseignant dans la démarche projet

Tout comme pour la démarche d'investigation, la démarche projet met en avant l'activité des élèves. Cela ne signifie pas pour autant que l'enseignant n'a pas un rôle à jouer ; bien au contraire !

L'enseignant est le garant de l'intérêt scientifique et pédagogique du projet, il aide à sa définition et veille à ce que ses objectifs soient atteignables par les élèves. Il anticipe les différentes étapes et les traduit en tâches plus élémentaires dans lesquelles les élèves pourront être davantage autonomes.

Quand cela se révèle nécessaire, l'enseignant supervise la répartition des tâches entre les élèves.

L'enseignant est aussi facilitateur : il recentre l'activité ou la discussion sur le problème à régler, rappelle l'objectif à atteindre, et ne porte pas de jugement a priori sur les propositions des élèves afin de les encourager. De même, il veille à ce que chaque élève soit impliqué dans le projet. Concrètement, dans nos séquences de programmation, nous recommandons à l'enseignant de faire en sorte que les élèves travaillent en binôme, mais en changeant de place toutes les 10-15 minutes de façon que chacun ait « la main » (c'est-à-dire tienne la tablette (cycle 2) ou le clavier et la souris (cycle 3)) à tour de rôle.

L'enseignant est enfin régulateur lors des échanges en classe entière, en distribuant la parole, en aidant à la formulation de synthèses... Enfin, il peut jouer un rôle de conseiller/d'expert en proposant des pistes de solutions ou de nouvelles connaissances dans le cas où les élèves sont dans une impasse.

L'informatique dans les programmes

Pour la première fois, les sciences informatiques apparaissent à la rentrée 2016 dans les programmes des cycles 1 à 3. Les séquences proposées dans le cadre du projet « 1, 2, 3... codez ! » ont été conçues pour

aider à la mise en œuvre de ces nouveaux programmes. La diversité des contenus et des démarches permet également l'acquisition de connaissances et de compétences conformes aux attentes du socle commun, notamment les compétences langagières et collaboratives.

Afin de faciliter la mise en relation de ce module avec les textes officiels, nous présentons ci-dessous les capacités telles qu'elles y sont formulées. Nous ne listons cependant que les compétences directement liées à la science informatique, en excluant volontairement les compétences transverses liées à la démarche (écrit, oral, production, débat, expérimentation, TICE, etc.) bien qu'elles soient largement travaillées tout au long du projet.

Socle commun de connaissances, de compétences et de culture

Domaine 1 : les langages pour penser et communiquer

Comprendre, s'exprimer en utilisant les langages mathématiques, scientifiques et informatiques

L'élève [...] lit des plans, se repère sur des cartes. Il produit et utilise des représentations [...] telles que schémas, croquis, maquettes [...]. Il lit, interprète, commente, produit des tableaux, des graphiques et des diagrammes [...].

Il sait que des langages informatiques sont utilisés pour programmer des outils numériques et réaliser des traitements automatiques de données. Il connaît les principes de base de l'algorithmique et de la conception des programmes informatiques. Il les met en œuvre pour créer des applications simples.

Domaine 4 : les systèmes naturels et les systèmes techniques

Démarches scientifiques

L'élève sait mener une démarche d'investigation. Pour cela, il décrit et questionne ses observations ; il prélève, organise et traite l'information utile ; il formule des hypothèses, les teste et les éprouve ; il manipule, explore plusieurs pistes, procède par essais et erreurs ; il modélise pour représenter une situation ; il analyse, argumente, mène différents types de raisonnements (par analogie, déduction logique...) ; il rend compte de sa démarche. Il exploite et communique les résultats de mesures ou de recherches en utilisant les langages scientifiques à bon escient.

Conception, création, réalisation

L'élève imagine, conçoit et fabrique des objets et des systèmes techniques. Il met en œuvre observation, imagination, créativité, sens de l'esthétique et de la qualité, talent et habileté manuels, sens pratique, et sollicite les savoirs et compétences scientifiques, technologiques et artistiques pertinents.

Domaine 5 : les représentations du monde et de l'activité humaine

Invention, élaboration, production

L'élève imagine, conçoit et réalise des productions de natures diverses [...]. Pour cela, il met en œuvre des principes de conception et de fabrication d'objets ou les démarches et les techniques de création. [...] Il mobilise son imagination et sa créativité au service d'un projet personnel ou collectif.

Pour mieux connaître le monde qui l'entoure [...], l'élève pose des questions et cherche des réponses en mobilisant des connaissances sur :

- les éléments clefs de l'histoire des idées [...]
- les grandes découvertes scientifiques et techniques et les évolutions qu'elles ont engendrées, tant dans les modes de vie que dans les représentations.

Programme du cycle 1

Explorer le monde

Se repérer dans le temps et l'espace

- Ce qui est attendu des enfants en fin d'école maternelle
 - Situer des objets par rapport à soi, entre eux, par rapport à des objets repères
 - Se situer par rapport à d'autres, par rapport à des objets repères
 - Dans un environnement bien connu, réaliser un trajet, un parcours à partir de sa représentation (dessin ou codage)
 - Élaborer des premiers essais de représentation plane, communicables (construction d'un code commun)
 - Utiliser des marqueurs spatiaux adaptés (devant, derrière, droite, gauche, dessus, dessous...) dans des récits, descriptions ou explications

Explorer le monde du vivant, des objets et de la matière

Dès leur plus jeune âge, les enfants sont en contact avec les nouvelles technologies. Le rôle de l'école est de leur donner des repères pour en comprendre l'utilité et commencer à les utiliser de manière adaptée [...].

- Ce qui est attendu des enfants en fin d'école maternelle
 - Utiliser des objets numériques : appareil photo, tablette, ordinateur

Programme du cycle 2

Questionner le monde

Questionner le monde du vivant, de la matière et des objets

- Les objets techniques. Qu'est-ce que c'est ? À quels besoins répondent-ils ? Comment fonctionnent-ils ?
 - Commencer à s'approprier un environnement numérique
 - Décrire l'architecture simple d'un dispositif informatique
 - Observer les connexions entre les différents matériels

Questionner l'espace et le temps

- Se repérer dans l'espace et le représenter
 - Situer des objets ou des personnes les uns par rapport aux autres ou par rapport à d'autres repères
 - Vocabulaire permettant de définir des positions (gauche, droite, au-dessus, en dessous, sur, sous, devant, derrière, près, loin, premier plan, second plan, nord, sud, est, ouest...)
 - Vocabulaire permettant de définir des déplacements (avancer, reculer, tourner à droite/à gauche, monter, descendre...)
- Se situer dans le temps
 - Se repérer dans [le temps] et le représenter
 - Continuité et succession, antériorité et postériorité, simultanéité

Mathématiques

Nombres et calculs

- Organisation et gestion de données
 - Présenter et organiser des [données] sous forme de tableaux

Espace et géométrie

- (Se) repérer et (se) déplacer en utilisant des repères
 - Situer des objets ou des personnes les uns par rapport aux autres ou par rapport à d'autres repères. [Voir Section « Questionner le monde »]
 - S'orienter et se déplacer en utilisant des repères
 - Coder et décoder pour prévoir, représenter et réaliser des déplacements dans des espaces familiers, sur un quadrillage, sur un écran
 - Repères spatiaux

Repères de progressivité

Dès le CE1, les élèves peuvent coder des déplacements à l'aide d'un logiciel de programmation adapté, ce qui les amènera au CE2 à la compréhension et à la production d'algorithmes simples.

Programme du cycle 3

Sciences et technologie

Par l'analyse et par la conception, les élèves peuvent décrire les interactions entre les objets techniques et leur environnement, et les processus mis en œuvre. Les élèves peuvent aussi réaliser des maquettes, des prototypes, comprendre l'évolution technologique des objets et utiliser les outils numériques.

Matière, mouvement, énergie, information

- Identifier un signal et une information
 - Identifier différentes formes de signaux (sonores, lumineux, radio...)
 - Nature d'un signal, nature d'une information, dans une application simple de la vie courante

Matériaux et objets techniques

- Repérer et comprendre la communication et la gestion de l'information
 - Environnement numérique de travail
 - Le stockage des données, notions d'algorithmes, les objets programmables
 - Usage de logiciels usuels

Les élèves apprennent à connaître l'organisation d'un environnement numérique. Ils décrivent un système technique par ses composants et leurs relations. Les élèves découvrent l'algorithme en utilisant des logiciels d'applications visuelles et ludiques. Ils exploitent les moyens informatiques en pratiquant le travail collaboratif. Les élèves maîtrisent le fonctionnement de logiciels usuels et s'approprient leur fonctionnement.

Mathématiques

Nombres et calculs

- Organisation et gestion de données
 - Représentations usuelles :
 - tableaux (en deux ou plusieurs colonnes, à double entrée)
 - graphiques cartésiens

Espace et géométrie

- (Se) repérer et (se) déplacer dans l'espace en utilisant ou en élaborant des représentations
 - Se repérer, décrire ou exécuter des déplacements, sur un plan ou sur une carte
 - Accomplir, décrire, coder des déplacements dans des espaces familiers
 - Programmer les déplacements d'un robot ou ceux d'un personnage sur un écran
 - Vocabulaire permettant de définir des positions et des déplacements
 - Divers modes de représentation de l'espace
 - Situations donnant lieu à des repérages dans l'espace ou à la description, au codage ou au décodage de déplacements
 - Travailler :
 - avec de nouvelles ressources comme les [...] logiciels d'initiation à la programmation...
- Repères de progressivité
 - Initiation à la programmation :

Une initiation à la programmation est faite à l'occasion notamment d'activités de repérage ou de déplacement (programmer les déplacements d'un robot ou ceux d'un personnage sur un écran) [...]

Auteurs

David WILGENBUS, Mathieu HIRTZIG, Claire CALMET

Cette ressource a été produite avec le soutien des Editions Le Pommier

Date de publication

2016

Licence

Ce document a été publié par la Fondation *La main à la pâte* sous la licence Creative Commons suivante : Attribution + Pas d'Utilisation Commerciale + Partage dans les mêmes conditions.



Le titulaire des droits autorise l'exploitation de l'œuvre originale à des fins non commerciales, ainsi que la création d'œuvres dérivées, à condition qu'elles soient distribuées sous une licence identique à celle qui régit l'œuvre originale.

Fondation *La main à la pâte*

43 rue de Rennes
75 006 Paris
01 85 08 71 79
contact@fondation-lamap.org

Site : www.fondation-lamap.org

