

in *Jeunes et Médias, Cahiers francophones
de l'éducation aux médias, n°5, 2013*

La robotique à l'école : vers de nouvelles possibilités d'apprentissage ?

John Didier - Florence Quinche¹¹⁷

De plus en plus d'enseignants intègrent différents robots dans leur pratique pédagogique (Bee Bot, WeDo™, Mindstorms®, Logo, Boe Bot, Thymio). Mais que peut apporter l'utilisation de ces outils aux apprentissages ?

La robotique pour enfants offre des possibilités d'intégration des médias et TIC dans diverses disciplines, parfois insoupçonnées, tout en développant de multiples compétences transversales (collaboration et communication, par exemple). Dès la fin des années 60 des langages de programmation et des robots ont été conçus spécialement pour les enfants, notamment le langage LOGO (et sa célèbre tortue Logo). Ces projets de renouvellement des apprentissages étaient fortement inspirés des principes constructivistes piagétiens. Puis dans les années 80, sous l'impulsion de Seymour Papert, qui développe les thèses de Piaget, mais va au-delà du constructivisme (l'enfant produit lui-même ses savoirs), vers un constructionnisme : c'est en produisant des objets que l'on s'interroge, apprend et partage le savoir. La construction du robot par des enfants permettait ainsi de tester les hypothèses constructivistes et constructionnistes.

De surcroît, l'outil robot, ne proposant qu'un ensemble de possibles, incite à la création de scénarios pédagogiques. L'objet technique ne fait ainsi sens que dans un contexte d'utilisation, entre un monde et des utilisateurs. La notion de signification devient primordiale : le robot, l'objet peut signifier, selon le contexte dans lequel il s'intègre, autre chose qu'une simple utilité pratique, comme c'est le cas dans l'œuvre d'art animée, la machine Tinguely, ou l'automate. Le robot devient alors signe, langage pour communiquer, et en quelque sorte un *média*.

¹¹⁷ John Didier est chargé de cours UER Art et technologie, Haute école pédagogique de Lausanne, Florence Quinche est professeur formateur UER Médias et technologies, HEP Lausanne.

Les robots pédagogiques de première génération sont longtemps restés d'un usage confidentiel, pour des raisons de coût, de difficultés d'accès au matériel informatique, mais certainement aussi de par l'image de la robotique et de l'informatique auprès des enseignants.

Mais depuis les années 2000, avec l'accès facilité des élèves à l'informatique et le développement de produits pédagogiques par la firme Lego®, les robots pédagogiques se sont largement démocratisés. Certains robots sont utilisables par de très jeunes élèves, à partir de 8 ans (WeDo™) et certains robots pré-construits sont déjà accessibles à partir de 4-5 ans (par exemple la série des Bee-Bots).

La Bee-bot, petit robot-abeille, munie de roues se déplace sur des surfaces planes par mouvements de 15 cm. On la programme en appuyant sur des petits boutons indiquant la direction voulue. Le robot avance, recule, effectue des rotations. Jusqu'à quarante mouvements sont programmables. Ceci permet la découverte de l'espace au moyen d'un objet tiers. L'enfant apprend ainsi à anticiper une trajectoire, à programmer des déplacements ce qui exerce notamment la latéralisation. Ces activités réalisées en groupe développent les aspects collaboratifs (chercher ensemble une solution à un problème).

La Bee-bot ne possède pas un langage de programmation à proprement parler mais simplement quatre opérations programmables en appuyant sur des boutons. Il est cependant également possible d'introduire la notion de langage dans son utilisation, par exemple pour mémoriser les mouvements que l'on commande à la machine. L'enfant va devoir trouver une façon de symboliser ces quatre opérations possibles (avancer, reculer, tourner à gauche, à droite) ainsi que la succession des opérations. On assiste alors à l'élaboration d'une écriture, et d'une première syntaxe, associés à la représentation de l'ordre de succession des actions. L'enfant peut ensuite tester son message ainsi codé en demandant à un autre élève de le lire, en programmant à son tour le robot à partir de ce message codé. Il apprend ainsi à transmettre un code en l'explicitant avec un nouveau langage (un métalangage), et à en vérifier la lecture en observant les mouvements du robot. Le robot devient ainsi un moyen de vérification de la transmission d'un code.

Le principe constructiviste de production de la connaissance par l'apprenant se trouve particulièrement bien explicité par ce genre d'activité. En effet, la part de transmission de contenu s'avère minime, mais suffisante

pour permettre des résolutions de problèmes ultérieures. L'essentiel de la démarche étant axé, non sur la transmission de savoir, mais sur la découverte, par l'expérimentation et la collaboration. L'échange de connaissances acquises entre les pairs se transmet au sein de la classe pour peu qu'on favorise un climat de classe axé sur la collaboration et l'échange. Les différents groupes d'élèves s'inspirent ainsi mutuellement, par la comparaison des différentes solutions trouvées. L'observation des productions des autres élèves permet parfois des avancées spectaculaires.

Le robot comme média : apprendre avec un robot

Le robot permet de tester des hypothèses, de les évaluer. Il est la matérialisation d'une idée, dont la vérification ne peut se faire qu'expérimentalement. En ce sens, l'objet robot transforme du pur cognitif, du raisonnement en de l'observable, et donc en quelque sorte matérialise cette pensée, littéralement « la met en scène » et rend possible ainsi une objectivation et une communication de cette pensée : tous peuvent observer les résultats de l'hypothèse testée. L'apprentissage est particulièrement efficace lorsqu'il produit un objet visible, public, qui peut être observé et montré aux autres (élèves, enseignants, etc.)

Car l'objet produit et rendu public (présentation, poster, robot, expérience, etc.) peut être discuté et commenté, servir de base à un dialogue. Selon les principes du socio-constructivisme, l'importance du dialogue avec les pairs dans les apprentissages est primordiale. C'est l'idée qu'un savoir se produit dans un contexte communicationnel, que l'on apprend en échangeant à propos de ce que l'on réalise et en explicitant les processus d'apprentissages que l'on a élaborés.

Les aspects collaboratifs interviennent ainsi directement dans la production d'hypothèses, notamment lorsque les élèves débattent sur la solution à tester. Ils découvrent que le partage des idées dans le groupe leur permet de multiplier les possibles envisagés.

Construire un robot : activité créatrice et technique

Un des aspects centraux de l'intégration de la robotique dans les activités pédagogiques consiste en l'aspect créatif de la réalisation matérielle de l'objet robot. Les activités créatrices visent précisément à générer des

apprentissages chez l'élève par la production d'objets. La recherche en didactique des activités créatrices porte sur la fonction de l'objet, son analyse, sa conception, sa réalisation et sa socialisation (Didier & Leuba, 2011).

Ce champ disciplinaire s'intéresse autant à la conception et à la réalisation d'objets de type artisanal que technologique. L'ouverture nouvelle vers la technologie oriente cette discipline vers la production d'objets pluridisciplinaires intégrant différents savoirs : mathématiques, sciences, physique, arts, lettres, développement durable. L'objet technique, défini par Simondon (1958), se situe entre l'objet artisanal et scientifique. Le robot, en tant qu'objet technique se caractérise ainsi comme un lieu de rencontre entre : mécanique, électronique, informatique, électricité. Il coordonne des savoirs hétéroclites de manière pratique et offre un support approprié pour comprendre les objets technologiques de notre quotidien.

En construisant un robot, l'élève se familiarise avec différentes activités : conception, réalisation et programmation paramétrées par un cahier des charges. Il développe ainsi plusieurs activités cognitives liées à la conception : anticipation, planification et modélisation. Il contribue également aux apprentissages tels que la conceptualisation et la mémorisation. De plus, il offre la possibilité à l'élève d'investir plusieurs postures : ingénieur, scientifique, bricoleur, artiste (Lévi-Strauss, 1962) en réalisant un objet aux fonctions diverses : utilitaire, esthétique, symbolique, artistique... En analysant l'activité humaine réalisée au quotidien par les premiers hommes, Claude Lévi-Strauss définit la science première communément désignée par le terme de bricolage¹¹⁸. La spécificité du bricoleur consiste à œuvrer avec des résidus en récupérant des objets chargés d'une histoire et d'un vécu. Le bricoleur s'arrange avec les moyens du bord et organise son activité à partir des éléments collectés.¹¹⁹

L'enfant prend cette posture du bricoleur lorsqu'il y intègre la technicité à la construction d'un objet artisanal : il réalise en associant et en modifiant. Ce faisant, l'enfant interroge la matière, collectionne des débris d'événements humains qu'il réorganise en de nouveaux systèmes selon les projets élaborés. De ce fait, il s'approprie et réinvente un quotidien en

¹¹⁸ « D'ailleurs, une forme d'activité subsiste parmi nous qui, sur le plan technique, permet assez bien de concevoir ce que nous préférons appeler « première » plutôt que primitive : c'est celle communément désignée par le terme bricolage. », Claude Lévy-Strauss, *La pensée sauvage*, Paris, Plon, p. 26.

¹¹⁹ *Idem*, p. 29.

détournant la fonction initiale des objets pour en faire de nouveaux objets exclusifs et uniques. Dès lors, il est intéressant d'employer la robotique dans le contexte scolaire en vue de développer la créativité, les démarches d'expérimentation par essai-erreur, la résolution de problèmes et la réalisation de projets.

Lorsque les élèves découvrent les Lego® WeDo™, ils doivent échanger entre eux à propos du langage utilisé par la machine. Comme il s'agit d'un langage de pictogrammes purement visuels (sans prononciation, ni sonorités), ils doivent dans un premier temps interpréter les pictogrammes, les traduire en actions (arrêt du moteur, départ, pause, boucle), et donc découvrir un nouveau code. Plusieurs possibilités de découvertes de ce code s'offrent aux élèves. Soit apprendre à partir du logiciel de démonstration qui utilise des images montrant à quelle action correspond le pictogramme (faire tourner le moteur, intégrer un capteur visuel, faire jouer un son, etc.), soit tester directement les effets du langage visuel sur le robot. Que produit ce pictogramme ou cette succession de pictogrammes (petit programme) ? La syntaxe de ce langage (la composition des pictogrammes) s'apprend en même temps que la rédaction du programme, par essai-erreur. On regarde ce que produit le programme sur la machine, et en observant le résultat, on peut le corriger, jusqu'à ce que l'on trouve l'expression juste (qui permet d'obtenir les effets voulus). L'élève comprend donc non seulement le vocabulaire de la machine (le code), mais aussi la construction syntaxique qui permet un usage cohérent du code. Une signification que la machine peut « comprendre ». Il s'agit là de toute une démarche de décentrement linguistique qui s'approche de l'apprentissage d'une langue par immersion.

En ce sens le robot fonctionne comme média, car il est intermédiaire entre celui qui souhaite programmer une action et l'action voulue. Cet intermédiaire nécessite un langage de communication entre l'homme et la machine.

Le robot en tant que média exprime ce qui a été programmé, et montre l'adéquation ou non du programme au langage de la machine. En ce sens, il permet de tester, de vérifier expérimentalement la compréhension et l'usage de ce langage par l'élève. Mais comme les problèmes de robotique n'ont souvent pas une seule solution, il ne s'agit pas le plus souvent simplement de trouver une traduction pour que le robot effectue les actions demandées, mais que cette traduction corresponde au contexte en question, à savoir la forme même du robot (en tenant compte, par exemple de sa taille, de l'emplacement de ses capteurs, de leur sensibilité, des réglages mécaniques

du robot, etc.) et de l'environnement dans lequel il se déplace (obstacles, surfaces, inclinaison, etc.). C'est là que l'approche constructiviste se complète d'éléments de constructionnisme.

Il ne s'agit donc pas simplement d'une traduction dans une langue purement théorique, mais d'un choix que l'on pourrait appeler par analogie « pragmatique », au sens d'une langue qui s'adapte à un contexte de communication donné (par l'interaction entre la machine, sa structure-même et son environnement). L'élève apprend ainsi qu'avec telle forme de robot, on peut réaliser avec un programme telle ou telle action *dans un type de contexte donné*, mais que le même programme ne pourrait peut-être pas fonctionner dans un *autre* environnement (par ex. un robot d'une autre forme, plan incliné, lieu obscur, sol non lisse,) et qu'il faudrait en adapter les éléments du programme pour obtenir les mêmes résultats. Il s'agit là d'un exercice de décentrement : adapter son langage et le contenu du message aux circonstances de l'action.

En 2011, dans le cadre d'un séminaire destiné aux étudiant(e)s de bachelor en pédagogie, nous avons testé l'exploitation de robots Lego® WeDo™ (littéralement « nous faisons »). Les étudiants avaient pour mission d'intégrer la construction du robot dans une séquence pédagogique. La boîte de WeDo™ permet la construction de multiples petits robots, munis de moteurs, d'engrenages et de capteurs (distance, lumière, mouvement). Ces robots sont connectés par câble USB à l'ordinateur, ce qui permet de programmer leurs mouvements. Le langage de programmation, très intuitif, se compose de pictogrammes représentant les différentes actions possibles (rotation du moteur, arrêt du mouvement, activation des capteurs, production d'un son, répétition des mouvements en boucle, etc.).

Il s'agit donc également d'un système d'apprentissage à la programmation. Pour la construction du robot (animal, personnage, voiture, etc.) l'enfant peut utiliser une marche à suivre ou expérimenter la création son propre robot selon son imagination. Chacune de ces constructions débute par un petit dessin animé qui présente une situation problème mettant en scène le robot. La situation dans laquelle l'élève va être amené à investir plusieurs domaines. Il convient de souligner le type d'apprentissages¹²⁰ réalisés par le programme WeDo, ce système de

¹²⁰ « D'autre part, les formes que prend l'apprentissage sont infiniment variées : on apprend des savoirs, mais on apprend aussi des gestes, des procédures ou des modes opératoires, des

construction/programmation propose des apprentissages par immersion dans l'activité. Aucun pré-requis particulier dans le domaine de la construction et de la programmation n'est exigé. Ce type d'activité mobilise chez l'enfant des ressources qui vont lui servir à guider et à orienter son action : lire un plan de construction en trois dimensions, réaliser un objet à l'aide de briques Lego®, décomposer une action complexe en éléments simples, traduire cette suite d'actions simples en un programme, ce qui implique d'utiliser un symbolisme, un langage que la machine puisse comprendre, imaginer des histoires, élaborer des airs musicaux...

Dans le cadre de l'exploitation du WeDo™ avec les étudiantes en formation pédagogique, nous avons débuté l'activité de conception de robots par l'utilisation d'un cahier des charges, intégrant un certain nombre d'objectifs à atteindre, de problèmes à résoudre, ce qui impliquait d'alterner entre les postures de scientifique, de bricoleur et d'ingénieur aux prises avec la matière. Chaque étudiant(e) a créé à partir de ce même cahier des charges son propre robot. Les résultats et solutions trouvés, étonnants par leur diversité et leur créativité, ont montré que les étudiant(e)s s'étaient rapidement éloigné(e)s du « mode du subir », traditionnellement rattaché à la marche à suivre pour investir « un mode de l'agir et du créer ».

Des robots instruments de mesure ?

D'autres types de robots permettent de découvrir le principe de l'instrumentation scientifique, à savoir, l'emploi d'outils de mesure. Le Thymio¹²¹, robot pédagogique, élaboré par l'école polytechnique fédérale de Lausanne, se présente sous la forme d'une petite boîte blanche, munie de roues et de nombreux capteurs. L'originalité de ce robot tient à ce que l'on peut sélectionner plusieurs modes de fonctionnement automatisé, mais également le programmer avec un langage informatique (langage en *open source* Aseba), très proche des codes de programmation utilisés par les informaticiens.

Le robot peut être utilisé pour mesurer différents paramètres de l'environnement (température, distance, forces, vitesse, etc.) et servir d'outil de mesure dans des expériences de physique simple. Les paramètres

manières de communiquer, de gérer ses ressources, de ressentir ses émotions. » P. Pastre, in E. Bourgeois & G. Chapelle (2006).

¹²¹ <https://aseba.wikidot.com/fr:thymio>

mesurés par le robot sont visibles en temps réel sur l'ordinateur. Le robot devient ainsi un intermédiaire entre l'observateur et le monde observé. Il s'agit alors à l'élève de comprendre le langage utilisé par la machine pour effectuer ses mesures, afin de le traduire ensuite dans un langage qui lui permette de décrypter l'environnement observé.

La robotique, une nouvelle forme de l'agir ?

L'intégration, de plus en plus prégnante de la technologie dans notre vie quotidienne, pose également la question de l'action médiée par la technologie. En effet, le robot a de plus en plus pour vocation de percevoir et d'agir à la place de l'homme, tout en étant programmé par l'homme. Que signifie cette action « à la place de » ? Quel type de responsabilité est engendré par la notion de programmation d'actions ? Quelle est la place de ceux qui produisent, utilisent ou programment ces objets ? Traditionnellement la notion d'action se rattache à celle de sujet. Une machine peut-elle être un sujet ? Qui est responsable des actions exécutées par ces machines ? La question se complexifie encore quand on intègre dans ces objets technologiques des intelligences artificielles, des systèmes de prise de décision. Quelles sont les conséquences pour l'exercice de la citoyenneté et de la responsabilité ? Penser la robotique s'avère un puissant moyen de réflexion sur les mutations contemporaines, de nombreux ouvrages destinés aux enfants permettent également d'aborder ces questions.

Bibliographie

- DEFORGE, Y. (1990). *L'œuvre et le produit*. Seyssel, Champ Vallon.
- DIDIER, J. & LEUBA, D. (2011). « La conception d'un objet : un acte créatif. », Lausanne, *Prismes*, 15, 32-33.
- LEVI-STRAUSS, C. (1962). *La pensée sauvage*. Paris, Edition Plon.
- PAPERT, S. (1980). *Jaillissement de l'esprit. Ordinateurs et apprentissage*, trad. De *Mindstorms : Children, Computers, and Powerful Ideas*. Paris, Flammarion, 1981.
- PASTRE, P. (2006). « Apprendre à faire », in Bourgeois, E. & Chapelle, G. *Apprendre et faire apprendre*. Paris, PUF.
- PIAGET, J. (1970). *Psychologie et épistémologie*. Paris, Denoël.
- SIMONDON, G. (1958). *Du monde d'existence des objets techniques*. Paris, Aubier.