



HAL
open science

De l'informatique éducative au robot émancipateur

Anne Lehmans, Pierre-Yves Oudeyer

► **To cite this version:**

Anne Lehmans, Pierre-Yves Oudeyer. De l'informatique éducative au robot émancipateur. Les Essentiels d'Hermès, 2017, n°78, pp.132-138. <10.3917/herm.078.0132>. <hal-03438832>

HAL Id: hal-03438832

<https://hal.science/hal-03438832v1>

Submitted on 11 Jan 2022

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

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



HAL Authorization

DE L'INFORMATIQUE ÉDUCATIVE AU ROBOT ÉMANCIPATEUR

[Anne Lehmans](#), Avec la collaboration de [Pierre-Yves Oudeyer](#)

CNRS Éditions | « [Hermès, La Revue](#) »

2017/2 n° 78 | pages 132 à 138

ISSN 0767-9513

ISBN 9782271116581

DOI 10.3917/herm.078.0132

Article disponible en ligne à l'adresse :

<https://www.cairn.info/revue-hermes-la-revue-2017-2-page-132.htm>

Distribution électronique Cairn.info pour CNRS Éditions.

© CNRS Éditions. Tous droits réservés pour tous pays.

La reproduction ou représentation de cet article, notamment par photocopie, n'est autorisée que dans les limites des conditions générales d'utilisation du site ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Toute autre reproduction ou représentation, en tout ou partie, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit, est interdite sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France. Il est précisé que son stockage dans une base de données est également interdit.

Anne Lehmans

Université de Bordeaux – ESPE d'Aquitaine

avec la collaboration de **Pierre-Yves Oudeyer**
– Inria

De l'informatique éducative au robot émancipateur

Techniquement, un robot est « une machine dotée de capteurs qui lui permettent de percevoir son environnement [...], de moteurs l'autorisant à bouger et à agir sur cet environnement, et d'un système électronique ou informatique qui contrôle, au moins en partie, ce qu'effectue le robot en fonction de ce qu'il perçoit » (Oudeyer, 2016). Du côté des utopies, le robot incarne la libération de l'homme par la machine dans le domaine de la cobotique¹, un homme « augmenté » voire transfiguré dans le mouvement transhumaniste, l'accompagnement des personnes vulnérables par des robots éternellement bienveillants dans les développements japonais. Hors l'imaginaire médiatique, la robotique, branche de l'informatique, a essentiellement des applications industrielles. Le Japon, l'Allemagne et la Suède dominent économiquement ce marché, la France étant beaucoup moins bien placée dans la production et les équipements, mais très en pointe dans la recherche fondamentale. L'Institut national de recherche en informatique et en automatique (Inria), l'un des principaux acteurs de la recherche sur la robotique en France, a très tôt développé des programmes de recherche autour de la robotique

éducative. La robotique s'ouvre ainsi depuis quelques années au champ éducatif, particulièrement sous l'impulsion de l'héritier du constructivisme piagetien Seymour Papert (1981) et de son projet au Massachusetts Institute of Technology (MIT) de *learning without teaching*, qui fait du langage de programmation un « objet avec lequel penser ». Cette ouverture sociale d'un domaine complexe lui attribue une fonction qui se détache d'une conception purement technique ou économique (Stiegler, 2015), autant que de la vision utopique ou dystopique des robots dans la science-fiction. La robotique éducative fait du robot un objet d'éducation, au-delà de l'objet pour éduquer du programme « robot lycéen » destiné à accompagner les élèves empêchés, et de l'objet à maîtriser comme dans les applications industrielles. Apprendre avec la robotique, apprendre la robotique, apprendre par la robotique constituent les trois volets d'un projet qui se veut émancipateur. Cette émancipation passe par l'appréhension d'un objet – support du rapport de l'homme à la technique –, par la maîtrise d'un langage – support de communication – et par la mise en œuvre d'un projet – support de l'activité de

penser et d'apprendre. Le monde ainsi institué constitue un système de représentation dont les liens avec l'environnement social, technique, économique et idéologique ne doivent pas être oubliés.

L'institution d'un objet de connaissance

Le robot est un objet de représentation et d'imaginaire, d'invention du réel par le contrôle d'une machine collaborative et surtout interagissante. Depuis quelques années, la robotique interroge le lien entre la forme de l'objet et ses potentialités d'apprentissage, se posant comme « science et pratique de l'incarnation » (Kaplan et Oudeyer, 2008). Aux dimensions socio-économique de production, et psychologique de projection (Baudrillard, 1968) et d'empathie (Tisseron, 2015) attribuées au robot comme objet, les roboticiens ajoutent une dimension cognitive de modélisation des apprentissages. En France, la valorisation de l'objet robot en éducation a connu des vicissitudes. Les textes officiels et les traces de colloques autour de la recherche en éducation témoignent d'un intérêt précoce pour la robotique dans les années 1980, lié à l'histoire du langage Logo associé à la tortue de sol créée par Seymour Papert (1981), pour qui, « en apprenant à la tortue à agir ou à "penser", on en arrive à réfléchir sur sa propre action et sa propre pensée ». Le robot apparaît dès avant le plan Informatique pour tous (1985), comme le montre une circulaire de 1983 sur l'introduction d'un éveil informatique et technologique à l'école primaire. On affirme déjà que « [les] enfants doivent pouvoir découvrir les usages industriels divers de robots dans les entreprises automatisées, lorsque cela est possible. Il est souhaitable également, en tout état de cause, qu'ils puissent commander eux-mêmes, dans le cadre d'activités scolaires, des robots conçus à cet usage, et qu'ils aient le temps de forger des représentations qui les aideront à en acquérir une certaine maîtrise. La tortue-logo est un exemple de tels matériels pilotables à

partir de microprocesseurs, qui doivent être développés dans les années à venir pour permettre cet éveil informatique et robotique ». Le robot apparaît également dans les programmes qui vont suivre sur les enseignements technologiques et informatiques, comme le support de programmation d'une machine à commande numérique, de découverte de la distinction entre commande et partie opérative et des interfaces (Programmes du collège, 1985). Mais l'effet de mode est fugace, le prix des robots beaucoup trop élevé, le langage Logo devenant, dans la mémoire de toute une génération d'élèves et d'enseignants, une sinécure logique et algorithmique sans rapport avec aucun objet tangible. En 1988, le premier colloque francophone sur la didactique de l'informatique ne traite que très marginalement de la robotique. En marge des publications sur l'informatique à l'école, on voit cependant se développer le courant de la robotique pédagogique dans la recherche francophone relayée notamment par l'EPI (association Enseignement public et informatique), avec trois démarches complémentaires : la robotique technologique qui consiste à fabriquer des robots dans une démarche projet et en faisant appel à des compétences qui dépassent largement l'informatique ; la robotique « micro-monde », qui consiste à faire manipuler un robot existant en le programmant ; et la robotique comportementale qui ne consiste plus à programmer un robot, mais à comprendre comment il fonctionne (Greff, 2013). Le premier congrès francophone en robotique pédagogique se tient au Mans en 1989.

Si l'on considère les publications de l'Institut national de recherche pédagogique (INRP, devenu Institut français d'éducation, IFE), disponibles en ligne, l'intérêt pour la robotique émerge très clairement à partir de 2005, alors que le prix des robots baisse sensiblement : les premières « Journées de la robotique en éducation » sont organisées par l'IFE en 2016 seulement. Dans un rapport de l'Académie des sciences de mai 2013 sur l'enseignement de l'informatique en France, le robot est décrit comme

le support des apprentissages des algorithmes et de la notion de machine. Il est donc supposé donner forme à des connaissances et matérialiser des logiques complexes. Ces formes sont d'autant plus efficaces qu'elles portent des représentations positives. La référence au robot dans les textes officiels sur l'enseignement de l'informatique revient dès 2011 dans le programme d'enseignement de spécialité d'informatique et sciences du numérique de la série scientifique en classe terminale, où il est question de « minirobot » qui permet de « découvrir les mécanismes de pilotage et de communication dans l'exécution de tâches complexes, interférant directement avec le monde physique ». Le programme d'informatique et création numérique en classe de seconde générale et technologique de 2015 mentionne beaucoup plus précisément le robot en ajoutant une dimension techno-sociale à la description des activités possibles, puisqu'il propose de « comprendre le rôle de la robotique dans les activités humaines », et pas seulement dans la réalisation d'une tâche complexe de programmation (Bulletin officiel, 2015). La commercialisation depuis 2013 d'une nouvelle génération de robots pédagogiques très peu coûteux, sur le modèle du Thymio, robot éducatif créé par l'École polytechnique fédérale et l'école cantonale d'art de Lausanne, prêt à l'emploi, simple à programmer, constitue un tournant.

La robotique éducative répondrait-elle à l'appel de Gilbert Simondon (2009) qui réclame de mettre en phase la culture avec la réalité, et de considérer l'objet technique comme un objet-réseau à un moment, médiateur entre homme et nature, en évitant toute forme de mystification ? Toute la question reste de déterminer, dans cette instrumentation, les activités humaines qui sont visées. L'activité robotique relève d'un choix téléologique qui mérite d'être interrogé dans une logique de communication.

L'apprentissage d'un langage de communication

Le robot est un support d'alphabetisation numérique pour préparer les élèves à une pensée computationnelle présentée comme nécessaire à l'intégration des individus dans l'économie. À travers la programmation informatique et la maîtrise progressive des algorithmes, la robotique est censée offrir aux élèves les moyens d'une émancipation acquise dans la découverte de la performativité du langage, dans le faire et pas seulement dans le savoir. Il s'agit d'une communication technique, le robot devenant un médiateur sémiotique et matériel dans le processus d'apprentissage d'un langage informatique. Cette dimension instrumentale des apprentissages est mise en relief par Vygotski (1997) puis Rabardel (1995), qui pointe également le fait que l'instrument est une entité à la fois psychologique et artefactuelle. Si le langage informatique apparaît comme particulièrement froid et structuré selon un code strictement logique, absolument désidéologisé, on reste dans des stratégies de communication. À travers elles, c'est la littératie informatique que l'on cherche à construire, la capacité à manipuler un code efficace dans la commande de la machine. Ce langage a donc à la fois toutes les caractéristiques de la communication, même s'il s'agit d'une communication homme-machine de type cybernétique, et celles de la logique mathématique. Acquérir ce langage, c'est donc élargir le cercle de la communication avec les machines, et plus seulement entre les hommes, dans un contexte économique dominé par les industries de l'information et de diversité des paradigmes de programmation.

Plusieurs exemples de projets développés dans les classes autour du robot Thymio, avec le projet IniRobot de l'Inria, illustrent les modalités proposées pour faire entrer les élèves dans la compréhension d'un nouveau langage. Les élèves répondent à des défis qui consistent à donner

des ordres aux robots en associant une couleur à la présence d'un obstacle par exemple, et en programmant un parcours. Les langages de programmation visuelle, par blocs ou textuelle, sont adaptés au niveau des élèves. Avec le même robot Thymio, les plus jeunes peuvent organiser une course de robots personnalisés par leurs soins, et les lycéens de plusieurs équipes internationales participer à un défi de sauvetage d'une plateforme sur Mars avec l'aide d'une équipe de véritables astronautes. Mais l'introduction de ces langages à l'école ne risque-t-elle pas de créer de nouvelles formes d'exclusion, des allophones, pour ceux qui, pour des raisons cognitives, affectives ou sociales, ne parviendront pas à les manipuler ? La démarche collective de projet dans la robotique éducative est supposée éviter cet écueil.

La mise en œuvre d'un projet partagé

Le robot permet d'entrer dans une démarche pédagogique de projet qui comprend l'engagement dans l'action (Dewey, 2011), la motivation sur le ressort du plaisir, du jeu et de la créativité, voire l'évitement du décrochage scolaire, les apprentissages dans une démarche scientifique expérimentale et dans une activité socialement située. Au-delà ou à côté de compétences ingénieriques, la manipulation de robots se fait dans une itération qui part d'un objectif parfois ténu, passe par des actions contrôlées sur le mode essai-erreur et concertées le plus souvent, pour parvenir à la réalisation d'un projet, aussi modeste soit-il. Dans cette démarche de projet, qui est aussi une démarche cognitive, se met en place une forme de connaissance située (Conein, 1994) dans l'espace de déplacement du robot contrôlé par le langage, et distribuée dans les interactions verbales entre les protagonistes du projet, quand il est collectif. Autour d'une activité instrumentée, la robotique engage une situation de communication homme-machine, et entre les élèves. Elle crée une situation sociale

particulière, sur la base d'une consigne scolaire, d'un choix ludique ou d'un engagement dans une compétition.

Les compétitions, dans le domaine de la robotique, sont d'ailleurs valorisées comme des moteurs de motivation. La Robocup, par exemple, mêle l'inventivité de ceux qui fabriquent – bricolent – des robots, souvent sur une base technique qui plonge ses racines dans l'enfance (les Lego et l'imaginaire de grandes constructions modulaires que l'on retrouve dans des jeux comme Minecraft) et des formes revendiquées d'agressivité maîtrisée sur une base imaginaire qui va chercher des références dans des activités très incarnées (le football). Des plateformes proposent à des groupes d'élèves des problématiques ouvertes autour de la locomotion par exemple, ou des missions passant par des activités tangibles de fabrication et de bricolage, comme autant d'occasions d'expérimentations motivantes. Des collégiens travaillent en équipes avec un chorégraphe pour une compétition de danse de robots. Les modalités d'évaluation, sous forme d'« olympiades robotiques », mêlent également le jeu et la compétition en équipes. Autour de l'activité, des modes de connaissances et surtout de compétences se dessinent, qui concernent non seulement les langages informatiques mais également des compétences sociales liées au travail en équipe, des compétences informationnelles liées aux travaux de recherche et de représentation des projets (l'utilisation de documents techniques et de plateformes de programmation notamment), des compétences organisationnelles et communicationnelles liées à la distance entre les protagonistes de certains projets. La dimension sociale des projets concerne aussi bien les élèves que les adultes qui créent des projets pédagogiques collaboratifs dans un écosystème qui comprend des plateformes, des équipes d'enseignants et de recherche, des équipes de médiation de la culture scientifique et technique.

Cette logique collaborative n'est d'ailleurs pas toujours congruente avec les modalités de fonctionnement très centralisées, cloisonnées et hiérarchiques de l'institution

de l'Éducation nationale, au sein des rectorats, et peut alimenter des conflits de pouvoir en son sein. Les projets en robotique bouleversent souvent l'ordre traditionnel des savoirs en associant plusieurs disciplines à l'informatique – littérature, sciences et arts, notamment. Ces associations permettent de ne pas isoler la technique dans la construction des savoirs scolaires et correspondent à la dynamique de la réforme des collèges dans les enseignements pratiques interdisciplinaires en visant la curiosité, le langage et les comportements. Les cristallisations communicationnelles qui émergent du projet en robotique éducative en font un projet social émancipateur qu'il est nécessaire de resituer dans un système socio-technique.

La validation d'un système socio-technique

Le robot est avant tout une application industrielle, on l'a vu, et la robotique un domaine stratégique. La robotique éducative ne peut être considérée en faisant abstraction des dimensions économiques de son développement et de ses modes de production. Elle est liée à des choix fondamentaux de société et une définition de la culture numérique dans la construction des citoyens de demain qui doivent être considérés d'un point de vue critique et intégrer la complexité. Dans les choix d'investissements, le lien entre les programmes et les contenus des enseignements, les équipements scolaires, et le soutien économique direct ou indirect aux entreprises est évident et revendiqué, aussi bien du côté de l'État que des collectivités territoriales. L'introduction de l'informatique dans l'enseignement a fait de l'éducation un domaine d'expérimentation et un marché économique conséquent. Les stratégies d'équipements ont souvent précédé les recherches sur l'évaluation de leurs effets sur les apprentissages, mues par une logique de développement d'une filière plus que pédagogique. Le

plan Informatique pour tous de 1985 est emblématique de cette stratégie. Sur le champ de l'économie, et particulièrement de l'économie des connaissances, la robotique représente des enjeux considérables. Sur celui de l'éducation, les rapports de forces entre disciplines, notamment la technologie et l'informatique (via la Société informatique de France ou l'association Enseignement public et informatique), se traduisent par l'émergence de questions et de solutions nouvelles autour du « numérique », mot plastique qui peut prendre de multiples formes académiques jusque dans les contenus des programmes scolaires. Ces rapports de forces ne manquent pas d'être interrogés. Le développement de l'enseignement de la robotique à l'école coïncide avec les débats publics sur la place du numérique dans la société et l'opportunité de faire de l'école une antichambre des industries de l'information à travers l'enseignement du « code ». La publication du rapport *Jules Ferry 3.0* en 2014 (Bonnet, 2014) puis celle du plan numérique pour l'éducation en 2015 ont ravivé les débats du plan Informatique pour tous. Les arguments des promoteurs de la robotique à l'école sont en grande partie les mêmes que ceux du « code » et de deux ordres : la nécessité pour l'école de s'adapter à l'environnement économique et technologique (Code.org, la Société informatique de France) à partir du principe d'égalité, d'une part ; la nécessité de transformer l'éducation d'autre part, en faisant du code et de la robotique un « cheval de Troie » de la pédagogie de projet, collaborative, créative, ludique (Fondation Internet nouvelle génération).

À ces arguments, certains « libristes » comme Richard Stallman répondent que ce n'est pas le rôle de l'école d'imposer un enseignement technique et que chaque élève devrait pouvoir choisir d'apprendre la programmation ou pas. Toute la question est celle de la définition de la culture numérique, dont la nécessité n'est plus discutée mais dont le contenu reste controversé. Les programmes scolaires et les capacités d'apprentissage des élèves n'étant pas extensibles à l'infini, le choix de ce nouvel objet qu'est la robotique

risque d'en éliminer d'autres. En Grande-Bretagne et dans les pays scandinaves, l'introduction de l'enseignement du « code » a ainsi été analysée comme menaçant une éducation aux médias et à l'information plus tournée sur les usages et la culture numériques dans une visée de critique sociale. La robotique risque de marquer l'avènement annoncé par Jacques Ellul d'une société technicienne et du remplacement de l'homme par les machines dans le monde du travail, en lien avec les progrès de l'intelligence artificielle, favorisant la domination des entreprises capables de capter, exploiter et manipuler les données dans l'univers du « big data » grâce à la fabrication par l'école de codeurs employables. Valoriser la dimension technique et informatique de la littératie numérique dans les choix politiques, c'est prendre le risque de sacrifier la dimension communicationnelle et critique de la culture dans les programmes et dans les objectifs de l'école.

Cependant, le système de référence des tenants du débat n'est pas uniforme. Si les industries du numérique nourrissent une économie lucrative et potentiellement très puissante qui cherche à s'ancrer dans l'école, la robotique éducative repose souvent sur un modèle non propriétaire ou *open source*, aussi bien pour les langages, logiciels, plateformes, que pour le matériel en *open hardware*. Les modules Arduino, par exemple, sont pour la plupart sous licence libre et permettent de fabriquer et programmer des robots pour des prix dérisoires, mais nécessitant une expertise de constructeur et des capacités de bricolage. Dans ce système, l'ouverture, le travail collaboratif, le refus des systèmes privés et le partage sont des valeurs revendiquées et portées par la communauté informatique.

Le partage porte sur des objets, des langages (des lignes de code), des projets techniques (la coopération sur des plateformes par exemple), et incarne un projet éthique voire politique de refus de la société marchande et de préservation des communs de la connaissance. Le monde de la programmation en informatique est traversé par une culture communautaire antisystème qu'incarnent les *hackers* ou les libristes. Il serait donc trop simpliste d'affirmer que l'introduction de la robotique à l'école sert une logique économique uniforme au service des grandes entreprises de l'informatique. Au contraire, dans les représentations et les discours des enseignants, on trouve l'affirmation de l'impératif d'éducation pour construire l'autonomie des individus dans une société de l'information menaçante pour les libertés individuelles et collectives.

Le retour en force récent de la robotique à l'école témoigne d'un renouveau de l'intérêt social et scolaire pour un objet qui incarne la place et la puissance de la donnée comme élément de base de l'information, de la communication, des activités et des échanges. En France, l'enseignement informatique reste concentré sur les filières d'excellence du lycée, dans une logique très élitiste. La robotique éducative concerne potentiellement tous les niveaux et tous les élèves, avec cependant la condition de la formation des enseignants qui est incontournable, comme le montrent toutes les recherches sur le numérique en éducation. Loin de n'être qu'un objet technique, le robot appelle une réflexion qui dépasse les opérations de programmation et concerne les valeurs sociales et scolaires à l'œuvre dans les choix de politique éducative.

NOTE

1. Robotique collaborative, visant la création et la production de robots assistant (en non remplaçant) l'homme.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BAUDRILLARD, J., *Le Système des objets*, Paris, Gallimard, 1968.
- BONNET, Y. (rapporteur général), *Jules Ferry 3.0. Bâtir une école créative et juste dans un monde numérique*, rapport du Conseil national du numérique, Paris, octobre 2014.
- BULLETIN OFFICIEL, « Programme d'informatique et création numérique en classe de seconde générale et technologique », *Bulletin officiel*, n° 31, 27 août 2015. En ligne sur : <cache.media.education.gouv.fr/file/31/94/3/ensel7386_annexe_455943.pdf>, consulté le 30/05/2017.
- CONEIN, B., « Introduction », *Sociologie du travail*, n° 36, 1994, p. 419-425.
- DEWEY, J., *Démocratie et éducation : suivi de Expérience et éducation*, Paris, Armand Colin, 2011.
- DIDIER, J. et QUINCHE, F., « Concevoir des robots pour développer la créativité des élèves ? », *Voix plurielles*, vol. 13, n° 1, 2016, p. 101-112.
- ELLUL, J., *Le Système technicien*, Paris, Calmann-Lévy, 1977.
- GREFF, E., « Robotique pédagogique : et si on changeait de paradigme ? », *La Nouvelle Revue de l'adaptation et de la scolarisation*, n° 63, 2013, p. 301-310.
- INSTITUT DE FRANCE, *L'enseignement de l'informatique en France. Il est urgent de ne plus attendre, Rapport de l'Académie des sciences*, mai 2013.
- KAPLAN, F. et OUDEYER, P.-Y., « Le corps comme variable expérimentale », *Revue philosophique de la France et de l'étranger*, tome 133, n° 3, 2008, p. 287-298.
- LEROI-GOURHAN, A., *Le Geste et la parole. Tome I : Technique et langage*, Paris, Albin Michel, 1964.
- Ministère de l'Éducation nationale, *Plan numérique pour l'éducation*, 2015. En ligne sur : <colenumerique.education.gouv.fr/plan-numerique-pour-l-education/>, consulté le 09/06/2017.
- OUDEYER, P.-Y., « Des ordinateurs aux robots : les machines en informatique », 2016. En ligne sur : <hal.inria.fr/hal-01404432/document>, consulté le 30/05/2017.
- PAPERT, S., *Le Jaillissement de l'esprit. Ordinateurs et apprentissages*, Flammarion, Paris, 1981.
- RABARDEL, P., *Les Hommes et les techniques. Approche cognitive des instruments contemporains*, Paris, Armand Colin, 1995.
- ROY, D., « Optimisation des parcours d'apprentissage à l'aide des technologies numériques. Environnements informatiques pour l'apprentissage humain », thèse de doctorat, Paris, Cnam, 2015. En ligne sur : <tel.archives-ouvertes.fr/tel-01252695/document>, consulté le 30/05/2017.
- SIMONDON, G., *Du Mode d'existence des objets techniques*, Paris, Aubier, 1989.
- SIMONDON, G., « Entretien sur la mécanologie », *Revue de synthèse*, t. 130-1, 2009, p. 103-132. En ligne sur : <monoskop.org/images/4/48/Simondon_Gilbert_Le_Moyne_Jean_1968_2009_Entretien_sur_la_mecanologie.pdf>, consulté le 30/05/2017.
- STIEGLER, B., *La Société automatique : l'avenir du travail*, Paris, Fayard, 2015.
- TISSERON, S., *Le Jour où mon robot m'aimera. Vers l'empathie artificielle*, Paris, Albin Michel, 2015.
- VYGOTSKI, L., *Pensée et langage*, Paris, La Dispute, 1997 [1934].