



HAL
open science

Approche "rolistique" de la pédagogie ou développer sa compétence à transmettre

Stéphane Begot, Florent Duculty, Manuel Avila, Pascal Vrignat,
Jean-Christophe Bardet

► To cite this version:

Stéphane Begot, Florent Duculty, Manuel Avila, Pascal Vrignat, Jean-Christophe Bardet. Approche "rolistique" de la pédagogie ou développer sa compétence à transmettre. Colloque international: Apprendre, Transmettre, Innover à et par l'Université Saison_2, Groupe de recherche interdisciplinaire IDEFI-UM3D, Jun 2018, Montpellier, France. hal-01935216

HAL Id: hal-01935216

<https://hal.science/hal-01935216>

Submitted on 26 Nov 2018

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

APPROCHE « ROLISTIQUE » DE LA PÉDAGOGIE OU DÉVELOPPER SA COMPÉTENCE À TRANSMETTRE

Stéphane Begot, IUT de l'Indre, université d'Orléans

Florent Duculty, IUT de l'Indre, université d'Orléans

Manuel Avila, IUT de l'Indre, université d'Orléans

Pascal Vrignat, IUT de l'Indre, université d'Orléans

Jean Christophe Bardet, IUT de l'Indre, université d'Orléans

RÉSUMÉ

Nos étudiants sont le plus souvent placés dans un contexte idéal : les problèmes qui leur sont soumis sont bien posés et l'analyse de leur travail, ou leur retour d'expérience sont stratégiquement conçus par des techniciens qualifiés et pédagogues qui ont du recul et une certaine bienveillance. Dans la vraie vie, c'est parfois bien différent. La pédagogie par projet a été considérée, dès la fin des années 90, comme un axe fort de travail auprès d'étudiants de DUT GEII. Il est apparu qu'ils avaient du mal à se transposer dans l'univers mental ou technique de leur client. Cela posait souvent des problèmes d'adaptation de la solution attendue, de pertinence des tutoriaux. Nous avons proposé des sujets où l'abstraction technique de la cible est bien différente de la leur. En effet, ces étudiants ont une approche technique supérieure à la moyenne des usagers lambda. Les directives conduisant les écoles primaires à développer un enseignement du numérique dès le cycle 3, nous leur avons demandé d'analyser les potentialités de la plateforme de développement Scratch afin de proposer des tutoriaux de prise en main facile pour des professeurs des écoles et des démonstrateurs guidés en direction des enfants. Le sujet est techniquement simple et a été considéré comme tel par les étudiants... en première intention. Rapidement, ils ont appréhendé les véritables enjeux : s'adresser à un public qui n'a pas leur *background* technique. Dès leur première rencontre avec des enseignants ou des enfants, ils ont appréhendé qu'ils doivent sortir de leur zone de confort car l'univers d'abstraction de leurs cibles n'est pas le leur. Ce qui semblait simple en premier abord devenait ardu. En passant de leur rôle "passif" vers un rôle plus "actif" de diffuseur de savoir, ils ont été confrontés à des verrous qu'ils n'avaient absolument pas imaginés en amont. Ce concept a été poussé jusqu'au bout et les étudiants ont fait eux-mêmes des présentations en direction d'élèves et/ou d'enseignants. Il y a eu 2 temps forts : des présentations courtes devant un public hétérogène lors d'événements et des présentations plus longues devant des classes accompagnées d'adultes (la cible étant aussi les adultes). Des phases de débriefing réalisées à la fin des rencontres ont permis de cerner les points bloquants rencontrés (capacité d'adaptation et de formalisation intellectuelle). Évidemment ce n'est pas vraiment un jeu de rôle comme proposé par L. Brisson (2017), du moins ce n'est pas vraiment posé ainsi par l'équipe enseignante. La stratégie adoptée est bien de placer des étudiants hors de leur contexte habituel pour les obliger à se projeter dans un univers mental et technique très différent pour mettre en évidence leurs préjugés. Les premiers effets se sont fait très rapidement sentir avec une ouverture d'esprit différente de nos étudiants. Bien évidemment, ils ne sont pas censés devenir enseignants (quoi que, c'est un beau métier) mais ils devront, dans le cadre d'un métier de technicien, se mettre à la portée de leur auditoire et être pédagogues car vendre un projet se fait souvent avec un public cible de financiers, de juristes, d'ouvriers... bref vers un public

dont les préoccupations sont souvent très éloignées des petits plaisirs techniques dont nos jeunes techniciens peuvent se satisfaire chaque jour. L'expérience n'est pas terminée car dans cette démarche nos étudiants peuvent offrir un savoir-faire à des collègues tout en profitant d'une grande leçon : "L'important dans un projet, ce n'est pas la note, ce n'est pas de se faire plaisir. Non ! L'important est d'atteindre sa cible et d'en convaincre son client".

Mots clés : *Scratch*, enseigner pour comprendre, personnalisation du client, pédagogie par projet, analyse d'un problème, algorithmique

CONTEXTE

Nos étudiants sont le plus souvent placés dans un contexte idéal : les problèmes qui leur sont soumis sont bien posés et, l'analyse de leur travail ou de leur retour d'expérience est stratégiquement conçu par des techniciens qualifiés et/ou des pédagogues qui ont du recul et une certaine bienveillance. Dans la vraie vie, c'est parfois bien différent.

La pédagogie par projet a été considérée, dès la fin des années 90 comme un axe fort de travail auprès d'étudiants de DUT¹ GEII². Dans notre département de petite taille, nous avons suivi très tôt, voir anticipé, cette orientation [1], [2]. Il est apparu assez rapidement que les étudiants avaient du mal à se transposer dans l'univers mental ou technique de leur client. Ils restaient dans leur propre cadre sans parfois la volonté de s'adapter. Malgré l'obligation pour chaque projet de rédiger un cahier des charges fonctionnel, la solution proposée par les étudiants reflétait souvent des problèmes d'adaptation à la situation réelle du contexte ou de pertinence des documents techniques et des tutoriaux ultérieurement rédigés. Cela allait, par exemple, du petit assistant personnel de bureau proposé pour un service de maintenance en milieu hostile, à la rédaction de notices d'utilisation, d'une solution informatique pour des ouvriers, trop orientée... concept lié à l'informatique.

Se mettre à la portée des autres en adaptant son discours est une compétence très importante que nos étudiants doivent acquérir. Et nous sommes bien placés, nous pédagogues, pour savoir que cela n'a rien d'évident. Quand ils conçoivent un produit technique, ils doivent appréhender que l'on ne le présente pas de la même façon devant un ingénieur, un ouvrier, une « ménagère de moins de 50 ans », un comptable ou... un enfant.

Il est plus simple d'expliquer une solution informatique à un ingénieur, voire un technicien car, même s'il est critique, il fera l'effort de comprendre ou, à minima, il en a les compétences. Dans ce contexte, ce ne sont pas forcément des clients types pour nos étudiants. Ils doivent par conséquent apprendre à adapter leur niveau d'appréhension de la technique.

À la même époque, l'usage du numérique est devenu important dans la pédagogie du collège puis de l'école primaire. En parallèle, nous animions de plus en plus souvent des activités de sensibilisation aux sciences et techniques lors de la fête de la science, des journées jeunes chercheurs³ ou des ateliers MPI⁴. Nous, enseignants, animions ces

¹ Diplôme Universitaire de Technologie : formation en 2 ans à partir du BAC.

² Génie Electrique et Informatique Industrielle.

³ Rencontre permettant à des lycéens, collégiens ou écoliers de présenter leurs travaux scientifiques. Cette journée est parsemée de présentations scientifiques et techniques pour sensibiliser les plus jeunes.

différentes rencontres avec un public varié. C'est passionnant de chercher à captiver ces jeunes et c'est surtout très instructif. J'y retrouvais le plaisir que j'avais avec mes classes de techno-collège de mon début de carrière. Nous animions, en effet, et nos étudiants nous regardaient. La charge de travail augmentant, l'idée a rapidement fait son petit chemin d'impliquer ces élèves ou étudiants.

LE SUJET

Nous avons donc proposé des sujets de projets tuteurés de 2^{ème} année où l'abstraction technique de la cible était bien différente de la leur. En effet, quoi qu'il nous arrive d'en penser, ces étudiants ont une approche technique supérieure à la moyenne des usagers lambda dans notre pays. Les directives conduisant les écoles primaires à développer un enseignement du numérique dès le cycle 3, nous leur avons demandé d'analyser les potentialités de la plateforme de développement *Scratch*⁵ afin de proposer des tutoriaux de prise en main, facile pour des professeurs des écoles ou en formation en Master MEEF⁶ à l'ESPE⁷. Ce travail devait s'illustrer par la création de démonstrateurs guidés en direction des enfants.



POURQUOI SCRATCH [3] ?

Nous ne nous sommes pas arrêtés sur cette plateforme suite au choix de l'Éducation Nationale comme d'aucun pourrait le croire. Nous avons aussi dans le cadre de nos formations choisi d'utiliser cette plateforme car nous avons parfois du mal à transmettre certains concepts à nos étudiants. Contrairement à ce que la pensée populaire laisse passer et aussi paradoxal que cela puisse paraître, nos étudiants ont de plus en plus de mal à appréhender les concepts liés à l'informatique. Ils leur est de plus en plus ardu de suivre un raisonnement séquentiel et structuré. Dans ce contexte, l'enseignement de la programmation (algorithmique et codage informatique) est parfois difficile car, les simples enchaînements cause-conséquence ou choix conditionnels peuvent poser un souci d'analyse. Et, dès que l'on évoque les imbrications dans du code informatique évolué ou non, cela frise le naufrage.

⁴ Mesures Physiques et Informatique : enseignement de détermination de la classe de seconde générale et technique (2001-2010 France).

⁵ <https://scratch.mit.edu/>

⁶ Master en « Métiers de l'Enseignement, de l'Éducation et de la Formation ».

⁷ École Supérieure de Professorat et de l'Éducation (France).

Il était donc nécessaire de mettre en œuvre un outil d'aide à l'algorithmique. On devait trouver un moyen de fixer clairement la pensée des étudiants avant d'évoquer la moindre ligne de code. Certains me diront que ce n'est pas nouveau et que tous problèmes informatiques se représentent clairement avec des outils de description avant d'être codés. À ceux qui me diront cela, je dirais un « oui » clair, franc et massif. Mais faire appréhender un concept informatique par nos étudiants avec un simple crayon et une feuille de papier est devenu une chose ardue. J'ai essayé, comme je l'ai appris plus jeune, de poser le raisonnement pour la résolution d'un problème sur le tableau ou sur du papier pour le « faire fonctionner à la main »... mais j'étais trop souvent le seul à le faire. Il y avait ceux qui comprenaient spontanément grâce à leur esprit d'abstraction et les impassibles non convaincus. Et, lorsque l'on n'est pas convaincu, le résultat n'est pas satisfaisant. La technique de codage n'était pas réellement en cause. La contrainte principale était d'être en mesure de suivre un raisonnement correct pour atteindre l'objectif et de le suivre lors de la phase de codage. Ne pouvant pas efficacement utiliser notre bon vieux crayon de bois, il fallait un outil informatique permettant de tester un algorithme de manière pédagogique, conviviale et surtout visuelle.

Le choix s'est porté sur cette plateforme *Scratch* en ligne du MIT⁸ car elle répondait aux critères de choix et surtout, elle est open-source avec deux versions (une *online* et l'autre *offline*). L'autre intérêt de cette plateforme est l'importance de la communauté et le grand nombre de démonstrateurs associés aux explications en ligne sur le site Internet (exemple de programme à la figure 2).

Elle devait donc permettre d'une part, aux étudiants de travailler leur sens de l'algorithmique et d'autre part, les aider à « poser » leur réflexion. Pour les étudiants ayant du mal, ils peuvent donc séparer l'idée (l'algorithme) de la forme (le codage en langage C dans notre cas). De plus, pour les plus à l'aise en programmation (surtout possédant un certain sens de la conceptualisation), ils ont la possibilité de travailler leur compétence à transmettre ce sens à des plus jeunes via un club d'informatique que nous avons créé au sein du département. Ayant vécu cette expérience par le passé, on sait que bien expliquer aide fondamentalement à « vraiment » bien comprendre. Ainsi, on fait coup double avec une plateforme utile pour les étudiants plus à l'aise et également pour ceux qui sont en difficulté.

RÉALISATION

Nous avons mis en œuvre cette démarche progressivement, même si les différents besoins se sont présentés à peu près à la même période. Suite aux rencontres avec des collègues d'écoles primaires et secondaires, un besoin a émergé à leur niveau et une école primaire a manifesté un sérieux intérêt pour travailler avec nous.

⁸ *Massachusetts Institute of Technology.*

Une 1^{ère} expérience : Comme cité précédemment, nous avons commencé en proposant un sujet de projet tuteuré de 2^{ème} année de DUT GEII avec la directrice et une enseignante de cette école. Le sujet était techniquement simple et a été considéré comme tel par les étudiants... en première intention. Ce premier sujet consistait à analyser les possibilités de cette plateforme ainsi que les besoins techniques pour en supporter l'installation : analyse des différentes solutions (version de *Scratch*, version de cibles, version de systèmes d'exploitation), évaluation des besoins matériels (processeur, capacité mémoire, réseau de communication...) et recherche de démonstrateurs adaptés. Ces démonstrateurs, toujours de nature ludique, devaient permettre de donner envie de programmer dans un contexte pédagogique le plus large possible en tenant compte des compétences de leur cible et surtout des objectifs de formation au programme des formateurs. La fête de la science étant passée, ce projet conduisit nos 3 étudiants à rencontrer régulièrement leurs clientes qui n'avaient pas de culture informatique spécifique.

Rapidement, ils ont appréhendé les véritables enjeux : s'adresser à un public qui n'a pas leur background technique. Dès leur première rencontre avec les enseignants ou les enfants, ils ont saisi qu'ils devaient sortir de leur zone de confort car l'univers d'abstraction de leurs cibles n'était pas le leur. Ce qui semblait simple en premier abord devenait ardu.

En passant de leur rôle « *passif* » vers un rôle plus « *actif* » de diffuseur de savoir, ils ont été confrontés à des verrous qu'ils n'avaient absolument pas imaginés en amont. Ce concept a été poussé jusqu'au bout et les étudiants ont fait eux-mêmes des présentations en direction d'élèves et/ou d'enseignants. Il y a eu 2 temps forts : des présentations courtes devant un public hétérogène lors d'événements et des présentations de plus longues durées devant des classes accompagnées d'adultes (la cible étant aussi les adultes). Ils ont appréhendé que la différence de contexte et de durée de ces deux prestations, conduisait inéluctablement à des « présentations » différentes.

Des phases de débriefing réalisées à la fin des rencontres ont permis de cerner les points bloquants rencontrés (capacité d'adaptation et de formalisation intellectuelle).

Malheureusement, les calendriers de nos étudiants de 2^{ème} année et ceux de leur client ne correspondaient pas. L'école préférait des interventions longues auprès des jeunes vers la fin de l'année alors que nos étudiants de 2^{ème} année sont en stage à cette époque. Il fallait donc impliquer des étudiants de 1^{ère} année pour exploiter le concept. Nous avons déjà eu ce mode de fonctionnement avec le concours national de robotique des départements GEII où les étudiants de 2^{ème} année créaient le robot et ceux de 1^{ère} année se rendaient au concours (toujours pour des problèmes de calendrier et de stage).

Dans ces conditions, nous avons donc relancé le club d'informatique avant le départ en stage des étudiants. Il est composé principalement d'étudiants de 1^{ère} année et les actions menées au sein du club sont basées sur le volontariat.

Le système se complexifiait donc, puisque les étudiants de 2^{ème} année devaient former ceux de 1^{ère} année afin que ces derniers animent les rencontres.

Finalement, ces rencontres ont eu lieu en fin d'année sous la forme de 3 fois une heure de « formation » d'écoliers dans nos locaux. Revenant une classe entière (soit entre 25 et 27 élèves), l'atelier a été cloné afin d'avoir un nombre raisonnable d'élèves par atelier (et surtout permettre d'avoir un élève par poste, sachant que nous avons au maximum 20 ordinateurs par salle). Cette opération s'est déroulée 2 fois puisque nous avons reçu une classe de CE2 et une classe de CM2. Nous avons mobilisé une dizaine d'étudiants volontaires de 1^{ère} année pour préparer ces présentations. Les 3 séances ont été partagées ainsi : 1^{ère} séance de prise en main de l'interface (gestion des « lutins », du fond, des boîtes de dialogue) avec la programmation de la première partie d'un jeu de saut d'obstacle. La 2^{ème} séance consistait à finaliser le jeu de saut d'obstacle. Enfin, la 3^{ème} séance reposait sur la création d'une animation dans le cadre d'un petit jeu (**Erreur! Source du renvoi introuvable.**). Pour entrer plus en détail dans notre stratégie, la 1^{ère} séance abordait l'interface de la version hors-ligne de *Scratch*, ainsi que les notions de déroulé séquentiel d'une tâche, de variables, de tests logiques et de boucle intégrée dans le programme. Dans cette même séance, ont été abordées quelques notions propres à l'interface comme la production sonore et la personnalisation des personnages (palette graphique).

Figure 1 - Notion de métrique

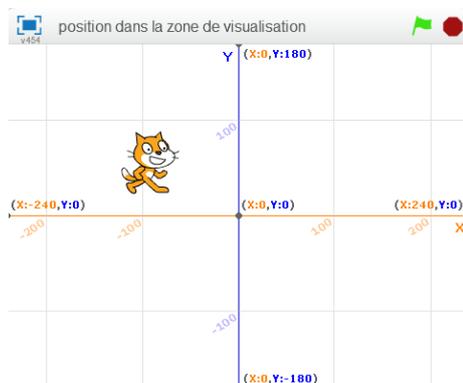


Figure 2 - « programme » Scratch.

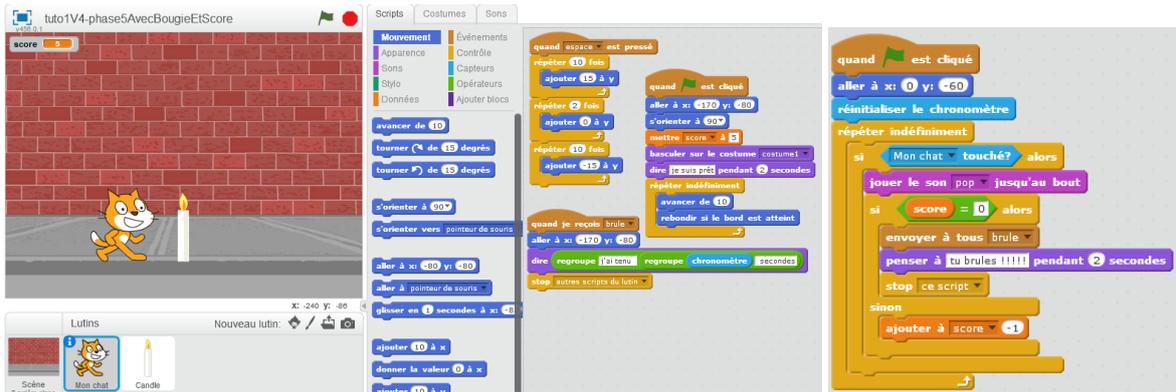


Bilan de cette première expérience : L'intérêt des écoliers a été excellent et finalement supérieur à nos attentes. Nous avons pu aborder différentes compétences.

Séance 1 (chat sautant par-dessus une chandelle, partie1) : conception d'un déroulé séquentiel pour atteindre un objectif, notion de métrique pour gérer le déplacement du lutin (comme le montre la figure 1), gestion des boucles, conception modulaire avec des blocs, base de cinématique pour simuler la marche du lutin en changeant son « costume » et activité graphique.

Figures 3a - Jeu du chat et de la chandelle.

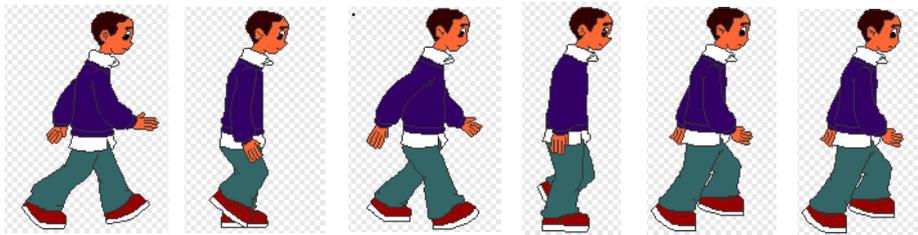
3b - code du lutin « candle ».



Séance 2 (chat sautant par-dessus une chandelle via la barre d'espace du clavier, partie2 : Figure 3a) : notion d'évènement pour détecter la touche du clavier, gestion de variable pour évaluer un score, les tests logiques permettant des choix conditionnés (si le chat touche la chandelle il se brûle et perd une vie) et gestion de la fin d'un programme (Figure 3b).

Séance 3 (le marcheur et l'oiseau) : maîtrise du temps et de l'espace (pour générer l'animation), notion de boucle inconditionnelle et conditionnelle, utilisation de cinématique plus complexe (changement de costume du lutin (Figure 4).

Figure 1 - Différents costumes du lutin marcheur pour illustrer la cinématique.



Cela a été réalisé avec sérieux mais dans une ambiance créative et... récréative. Mais l'analyse des retombées techniques et pédagogiques pour l'école en question et pour ses élèves est un autre sujet.

Un débriefing de nos étudiants, sous forme de brainstorming, a mis en évidence leur retour sur expérience. D'une part, ils avaient globalement pris du plaisir, d'autre part, les plus réservés avaient gagné en aisance et enfin, ils avaient globalement appréhendé le problème qui se pose quand on doit s'adresser à un public n'ayant pas de compétence technique dans ce domaine. Dans les problèmes cités, ils reconnaissaient pour la grande majorité, avoir sous-estimé la difficulté et avoir utilisé un vecteur de communication trop « universitaire » (diaporama : Figure 5).

Figure 2 - Illustration d'un support pédagogique.



Expériences suivantes : Nous avons perçu le bénéfice pour les étudiants même s'il était encore trop embryonnaire. Il est rapidement apparu qu'il fallait assurer un passage de témoin entre les différentes promotions d'étudiants. Nous avons alors renforcé le club d'informatique constitué par des étudiants de 1^{ère} année afin d'avoir une transmission plus importante de l'expérience en ayant des moments d'échanges avec les 2^{èmes} années. À mon grand regret, cet échange n'a pas vraiment eu lieu et les étudiants de 2^{ème} année n'ont pas été en mesure de motiver ceux de 1^{ère} année. Ce sont les enseignants qui ont dû servir de « courroie de transmission » voir de correcteur.

Nous en sommes à la 2^{ème} saison de l'expérience. Le club d'informatique a pris le relais pour cette année et les actions se sont diversifiées.

Figure 3 – ArmBot.

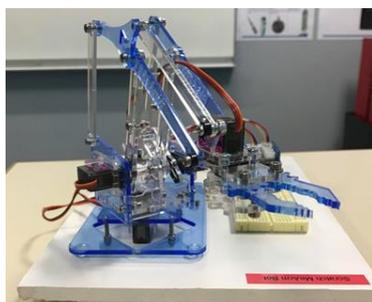


Figure 4 - Z-Bot.



Dans le cadre de cette diversification, nous avons demandé à des étudiants de proposer des solutions matérielles, sur la base de la plateforme matérielle open-source *Arduino* [4],

accompagnant ces solutions *Scratch*. Des essais avec S2A⁹ [5] et S4A¹⁰ [6] ont donc été réalisés afin de monter des démonstrateurs pédagogiques. La première solution a rapidement été abandonnée car elle n'offrait pas assez d'options de pilotage de la carte *Arduino*. Les 1^{ères} animations avec S4A, devant un public de collégiens ont été réalisées par des étudiants lors des rencontres jeunes-chercheurs de cette année (publics de collège et de lycée). Ils ont proposé un bras filaire manipulateur (ArmBot : Figure 5) commandé depuis *Scratch* (S4A) ainsi qu'un petit robot mobile (Z-Bot : Figure 6) piloté à distance sans fils (module Xbee) depuis *Scratch* aussi.

Le travail a bien fonctionné mais le contact avec les plus jeunes a été beaucoup plus limité. En effet, dès qu'il y a du matériel à acheter, le coût financier devient rapidement un frein pour la diffusion du savoir. Ces étudiants ont quand même pu s'essayer à « ce jeu » mais à une échelle trop réduite à mon goût, et surtout trop réduite pour évaluer l'impact sur les étudiants. Mais cette orientation « plus matérielle » ouvre de nouvelles perspectives en direction de collégiens et une nouvelle collaboration devrait voir le jour dans le cadre de l'enseignement de la technologie au collège. On s'éloigne un peu de l'idée d'origine mais nous souhaitons garder l'esprit initial de la méthode en laissant des étudiants animer des ateliers pour des collégiens.

CONCLUSION

Évidemment, ce n'est pas vraiment un jeu de rôle comme proposé par L. Brisson [7], du moins, ce n'est pas vraiment posé ainsi par l'équipe enseignante de notre formation universitaire. La stratégie adoptée est bien de placer l'étudiant hors de son contexte habituel pour l'obliger à se projeter dans un univers mental et technique [8] très différent du sien. Un des objectifs est de mettre en évidence ses préjugés (positifs ou négatifs) concernant certaines contraintes techniques et sur les futurs usagers (utilisateurs de leur conception). Les premiers effets se sont fait très rapidement sentir avec une ouverture d'esprit différente de nos étudiants. Bien évidemment, ils ne sont pas censés devenir enseignant (quoi que, c'est un beau métier). Mais ils devront, dans le cadre d'un métier de technicien se mettre à la portée de leur auditoire et être pédagogues. « Vendre » un projet dans la phase de conception se fait souvent avec un public cible de financiers, de juristes, d'ouvriers... bref vers un public dont les préoccupations sont souvent très éloignées des petits plaisirs techniques dont nos jeunes techniciens peuvent se satisfaire chaque jour.

⁹ S2A : *Scratch to Arduino*, logiciel permettant de piloter quelques broches de la plateforme matérielle open-source *Arduino*.

¹⁰ S4A : *Scratch for Arduino*, modification de *Scratch* qui permet de programmer la plateforme matérielle open-source *Arduino*.

Comme il a été évoqué, l'expérience n'est pas terminée. Dans cette démarche, nos étudiants peuvent offrir un savoir-faire à des collègues. Il faut mettre en œuvre un cercle vertueux entre les différents acteurs de notre région géographique. En effet, cette recette prendra, si les liens entre l'ESPE, le rectorat, l'IUT et les établissements scolaires se resserrent afin que le système s'auto entretienne. Aujourd'hui, ce n'est pas le cas et ces actions restent beaucoup trop chronophages pour notre équipe enseignante. Nous avons trop peu de retours des collègues pour arriver à trouver un rythme de croisière sur ce type d'expérience. Mais nous restons persuadés que cette expérience est bénéfique pour les élèves, qui bénéficient d'une formation avec des enseignants atypiques, et pour nos étudiants qui profitent d'une grande leçon : « *l'important dans un projet, ce n'est pas la note, ce n'est pas de se faire plaisir. Non ! L'important est d'atteindre sa cible et d'en convaincre son client* ».

BIBLIOGRAPHIE

[1] M. Avila, J.-C. Bardet, S. Begot, P. Vrignat, N. Stride « La pédagogie par projets » *CETSIS 2005*, Nancy.

[2] Bégot S., Duculty F., Avila M., Vrignat P, Millet J.-F., Bardet J-C « Une possible réponse ludique pour les processus industriels communicants » *CETSIS 2011*, Université du Québec à Trois-Rivières.

[3] <https://scratch.mit.edu/>

[4] <https://www.arduino.cc/>

[5] <http://www.pedagogie.ac-nantes.fr/technologies-et-sciences-des-ingenieurs/documentation/didacticiels-tutoriels/piloter-arduino-par-scratch2-819284.kjsp>

[6] http://s4a.cat/index_fr.html

[7] L. Brisson, M. Karmann (2017). « Le jeu de rôle dans l'enseignement supérieur pour développer l'autonomie et la motivation des étudiants » *IX^e Colloque des QPES*, Grenoble.

[8] C. Grousseau, S. Tillement « AUX COMMANDES DE LA CENTRALE NUCLEAIRE SPRINTFIELD EN CRISE. Apprendre la maîtrise des risques à travers un jeu de simulation » *VIII^e Colloque des Questions de Pédagogie dans l'Enseignement Supérieur*, Brest.