

*Sujet : L'enseignement et l'apprentissage de l'informatique en France : une évolution lente mais certaine. Quelle leçon pour le Burundi ?*

*Résumé : Cette contribution donne une synthèse de la thèse de doctorat de Claver Nijimbere, dirigée par Georges Louis Baron et soutenue fin juin 2015 à l'université Paris Descartes-Sorbonne Paris Cité.*

*Intitulée « l'enseignement de savoirs informatiques pour débutants, du second cycle de la scolarité secondaire scientifique à l'université en France. », elle interroge par une étude comparative l'appropriation de l'enseignement et l'apprentissage de savoirs informatiques chez les débutants, enseignants et apprenants, au lycée scientifique général et en licence informatique en France. Les perspectives de recherches ouvertes interrogent et questionnent les possibilités de l'enseignement de l'informatique depuis l'école fondamentale au Burundi dans des contextes de ressources informatiques précaires.*

Mots clés : informatique, enseignement, apprentissage, savoir informatique, secondaire scientifique, licence universitaire, robotique

## **Contexte**

L'informatique est actuellement vue comme faisant partie de la vie quotidienne de chacun. Une telle situation interroge la question de la formation de tout citoyen.

En France, la discipline informatique est enseignée depuis les années 60 dans l'enseignement supérieur (Baron, 1987). Pourtant, contrairement aux autres disciplines comme les mathématiques, la biologie, la physique..., la science informatique n'est toujours pas une discipline scolaire, malgré sa place de plus en plus incontournable et grandissante dans la société. Récemment, suite à une série de prises de position qui ont réclamé un enseignement de l'informatique au lycée général, des réformes de programmes ont vu le jour. Des savoirs informatiques ont ainsi été introduits dans les programmes de mathématiques en 2009 (Cabane, 2012 ; Haspekian & Nijimbere, 2012). Trois ans après, en 2012, une spécialité informatique optionnelle nommée « Informatique et sciences du numérique » (ISN) est née en terminale scientifique (Dowek et al., 2011). Son programme insiste beaucoup sur une pédagogie dite de projet.

Comment se déroule l'enseignement/apprentissage de l'informatique en situation de classe ?

Cette prescription de l'enseignement de savoirs informatiques intervient dans des contextes problématiques. Le premier problème est qu'il n'y a toujours pas de discipline informatique dans la scolarité secondaire : il n'existe ni un CAPES ni une agrégation d'informatique. Le deuxième paradoxe est que cet enseignement de savoirs informatiques est délégué à d'autres disciplines, ici les mathématiques : il est donc pris en charge par des non-spécialistes. Un troisième problème est lié au manque de formation des enseignants. En effet, relativement à l'algorithmique, seuls les enseignants de mathématiques volontaires ont reçu un stage de formation d'au plus 24 heures<sup>1</sup>. En ISN, bien qu'une formation de 600 heures était initialement prévue pour les professeurs dont la majorité sont des spécialistes des mathématiques, ces derniers n'ont reçu qu'entre 0 et 400 heures.

---

<sup>1</sup> Trois jours de formation à raison de huit heures par jour.

Un tel contexte interroge donc l'enseignement de l'informatique au lycée. Comment un enseignant non spécialiste peut-il enseigner des notions d'informatique à des lycéens ? Comment en particulier peut-il le faire, soit transversalement aux savoirs mathématiques, dans le cadre de l'enseignement général, soit en s'appuyant sur une approche par projet qu'il ne connaît pas vraiment, dans le cadre de l'option ISN ?

En France, l'enseignement de l'informatique pour débutants ne s'arrête pas au lycée général. Il se poursuit à l'université. La licence informatique accueille des étudiants issus de la scolarité générale et qui n'ont pas connu un enseignement de l'informatique en tant que discipline<sup>2</sup> scolaire. Ils sont donc considérés comme des débutants en informatique en début d'université. Depuis 2010, l'université Paris Descartes a renouvelé son enseignement de l'informatique par l'introduction des technologies robotiques éducatives. Les étudiants de licence construisent actuellement leurs connaissances informatiques par une approche de projets en contexte de programmation des robots (Janiszek et al., 2011). Deux types de robots sont programmés en licence : le robot LEGO MINDSTORMS NXT et le robot NAO, respectivement en licence 2 et licence 3.

Récemment une thèse de doctorat a porté sur l'enseignement de l'informatique en France. Par une approche comparative, cette thèse interrogeait l'appropriation de la programmation chez les enseignants de la scolarité générale et les apprenants, élèves et étudiants, dans deux niveaux de formation : le lycée général scientifique et la licence informatique. Ces derniers niveaux se trouvent dans des contextes institutionnels différents. Cet article présente la synthèse des principaux résultats de cette thèse<sup>3</sup>.

## Questionnement et hypothèses

Face aux situations problématiques précédemment évoquées, nous nous sommes proposé deux questions de recherche. Dans la première, nous nous interrogeons de savoir comment les enseignants non spécialistes de l'informatique enseignent l'informatique au lycée ? La première hypothèse, relative à la première question, concerne les enseignants. Nous pensons que les enseignants de mathématiques qui situent l'algorithmique proche des mathématiques s'approprient facilement l'enseignement des notions algorithmiques en mathématiques.

La deuxième question cherche à savoir comment les élèves et les étudiants, débutants en informatique, construisent des savoirs informatiques lors de leurs apprentissages ? La deuxième hypothèse relative à cette dernière question, concerne les apprenants. Nous supposons que, par ses potentialités (Perrenoud, 1999), la pédagogie de projet est favorable à la construction de connaissances en informatique. Si la pédagogie par projet semble nouvelle au lycée, cette hypothèse est raisonnable lorsqu'on voit les pratiques conséquentes à la fécondité de cette approche à l'université où la pédagogie de projet est ancienne.

La généralité des questions et des hypothèses de recherche utilisées a été due aux contextes variés dans lesquels se font les enseignements et les apprentissages pour les publics d'enseignants et d'apprenants concernés par cette recherche.

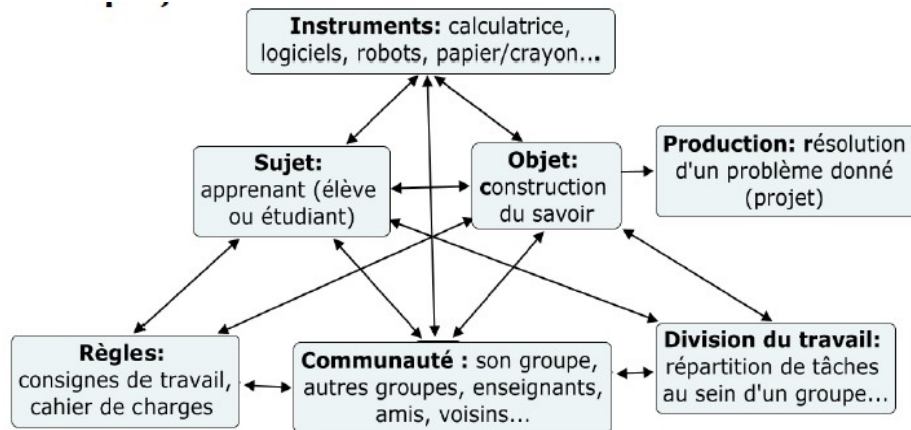
---

<sup>2</sup> Cette discipline n'existait à cette époque.

<sup>3</sup> <http://www.adjectif.net/spip/spip.php?article355>

## Méthodologie et donnée recueillies

La recherche se situe dans le cadre théorique de la théorie de l'activité d'Engeström (Engeström, 2001) adaptée au contexte de projets. Dans ce cadre, deux modélisations de systèmes d'activités ont été conçus : une modélisation centrée sur le sujet « apprenant » et une autre relative au sujet « enseignant ». Nous présentons ici la modélisation correspondante au sujet apprenant.



Nous avons utilisé une approche contrastive en ce qui concerne les pratiques en informatique des enseignants de mathématiques au lycée scientifique général et celles des professeurs d'informatique en licence d'une part, et, les apprentissages, en informatique, des lycéens et ceux des étudiants en licence d'informatique d'autre part.

Une méthodologie qualitative de type ethnographique, avec des outils diversifiés et complémentaires, a été utilisée : analyse de la littérature et des prescriptions, observation des pratiques des acteurs (élèves, étudiants, enseignants de mathématiques et d'informatique, enseignants de génie industriel, formateurs), questionnaires, entretiens semi-directifs.

Au lycée, la recherche a suivi deux entrées : une entrée par l'analyse des prescriptions institutionnelles et celle par observation des pratiques des enseignants et des élèves. En licence, l'absence de fortes prescriptions pour les professeurs a motivé l'utilisation de l'entrée portant sur l'analyse des pratiques des étudiants.

La recherche a lieu dans cinq établissements d'enseignement: quatre lycées et un de l'université. La population est composée de 88 lycéens, 20 étudiants de licence et 40 enseignants. Parmi les lycéens, la spécialité ISN en compte 20. Parmi les étudiants, 13 sont en L2 et 7 en L3. Les enseignants se répartissent comme suit : deux de l'université, trois des filières industrielles au lycée et 35 enseignants de mathématiques au lycée. Parmi ces derniers, 28 enseignants ont suivi des stages de formation en algorithmique : ce sont eux qui ont répondu aux questionnaires d'enquête juste après la formation et, 5 enseignants volontaires seulement ont été interviewés.

Cinq types de données ont été recueillis :

- les textes officiels composés de programmes (d'algorithmique en mathématiques et de l'option ISN);
- 12 manuels scolaires dont 11 de mathématiques et un pour l'option ISN ;

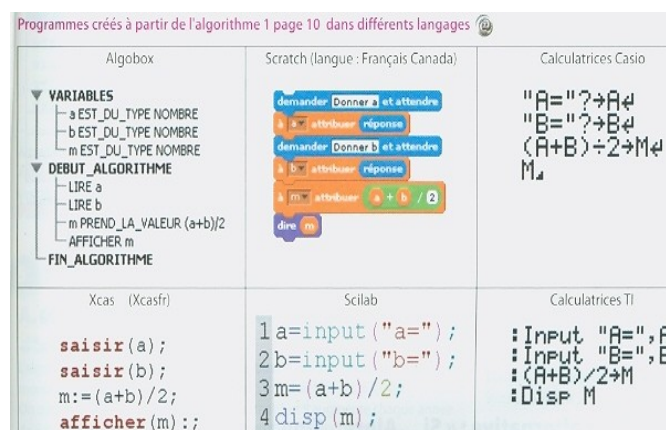
- 28 questionnaires complétés par des enseignants après la formation à l'algorithmique ;
- des notes d'observation des pratiques des professeurs, des élèves, des étudiants et des formateurs des enseignants en contexte d'activité ;
- 45 transcriptions d'entretiens semi-directifs.

## Principaux résultats

### Des prescriptions informatiques : de l'ambiguïté en mathématiques à la clarté en ISN

Au lycée, en dehors de la spécialité ISN, l'informatique enseignée en mathématiques affiche trois caractéristiques principales. D'abord, présentée dans le programme de seconde, l'informatique doit être étendue sur tout le lycée, la répartition de ces notions par classe étant laissée au bon, soin de l'enseignant. Ensuite, l'informatique ne constitue pas un chapitre à part entière mais doit être enseignée de façon transversale à travers les différents chapitres du programme. Enfin, un foisonnement de langages et logiciels donnés laisse voir une forme d'obligation d'enseigner l'informatique avec une machine (ordinateur ou calculatrice) avec une liberté de choix de la machine, du langage ou du logiciel à utiliser chez l'enseignant.

Dans les manuels, les notions informatiques interviennent à tous les niveaux. Selon les prescriptions, l'objet algorithmique est en tension. D'une part, l'algorithmique est présentée comme de la logique mathématique avec une orientation « papier-crayon » et, d'autre part, de la programmation informatique qui nécessite une machine. Pour chaque notion présentée, un exemple d'illustration sur plusieurs langages de programmation est donné, ce qui laisse penser à une programmation systématique avec un langage de tout exercice à résoudre dans les manuels. Ce langage n'est pas imposé : son choix est libre parmi de nombreux langages et logiciels proposés : la calculatrice occupe une place centrale. L'illustration suivante en donne une idée :



L'algorithmique et la programmation sont associées et devaient être enseignées parallèlement.

En option ISN, contrairement à l'informatique en mathématiques, les contenus sont clairement présentés et structurés autour de quatre concepts : information, algorithmique, langage et machine. Des notions dites avancées sont spécifiées. Le programme précise des critères de choix d'un langage à utiliser avec les élèves. Le langage Java est le seul utilisé dans le manuel. Un accent est mis sur une mise en activité pratique fréquente de l'élève avec une approche de projet. Des idées de projets sont proposées dans le manuel.

## **Informatique en mathématiques : des pratiques contrastées**

Deux représentations de l'algorithmique s'observent chez les enseignants de mathématiques et orientent leurs pratiques. Pour certains enseignants, l'algorithmique est une partie à part entière de l'informatique et, est par conséquent très éloignée des mathématiques. Ces derniers, se sentant illégitimes pour cet enseignement, se voient forcer de devenir à la fois professeur de mathématiques et d'informatique. Pour d'autres, l'algorithmique fait partie à la fois de l'informatique et des mathématiques. Leur adhésion à l'enseignement de l'algorithmique n'est pas seulement justifiée par le rapprochement de l'algorithmique aux mathématiques mais aussi par leur représentation que l'algorithmique peut contribuer à améliorer et rendre vivant l'enseignement des mathématiques. En algorithmique, les premiers sont donc intéressés par la logique qui devient le centre de leur intérêt dans cet enseignement. Pour les seconds, l'algorithmique n'a de sens que si elle va jusqu'à la programmation informatique : c'est le cas des passionnés de l'informatique. Selon eux, apprendre comment construire une maison ne suffit pas, il faut arriver à la construire. Cette construction est donc du ressort de la programmation informatique, une activité qui nécessite un langage de programmation.

Beaucoup d'enseignants qui ont participé au stage de formation en algorithmique étaient au départ motivés pour l'informatique et enseignaient déjà l'algorithmique.

Les approches de mise en activité des élèves diffèrent selon les enseignants : ceux qui ont suivi la formation choisissent une activité « efficace » complexe, à faire en groupes et qui introduit un petit cours théorique d'algorithmique. Les autres enseignants, moins motivés pour cet enseignement et qui n'ont pas suivi de formation mettent en avant le critère « facilité » dans leur choix des activités des élèves. Le travail est plus fait « à la main ». En cas de programmation, le langage de programmation Algobox est utilisé mais, la calculatrice reste centrale. Quatre principaux facteurs soutiennent les pratiques des enseignants : motivation, formation continue, Jeunesse dans le métier et l'approche pédagogique utilisée. Les principales difficultés des enseignants sont le manque de recul par rapport à l'enseignement de l'informatique et la gestion de classe.

Chez les élèves, l'algorithmique est vue comme un domaine déconnecté des mathématiques et de l'informatique. Elle apparaît comme un nouveau domaine scientifique à découvrir. Son apprentissage en mathématiques semble complexifier ces dernières. Les meilleurs en algorithmique sont en général ceux qui sont bons en mathématiques. Elle ne semble pas être une aide parce qu'ils ne voient pas directement son lien avec les mathématiques. Une motivation des élèves en algorithmique semble lier à l'utilisation d'une machine. En général, leur apprentissage est focalisé à un travail au papier-crayon : comprendre, corriger, compléter, exécuter un algorithme donné « à la main » ou à la machine. La construction d'un algorithme est une activité rare, prescrite aux élèves par des enseignants motivés.

Les difficultés des élèves sont variées : elles sont syntaxiques et surtout conceptuelles. Si les notions de variable, d'affectation... leur semblent difficiles. Beaucoup d'élèves n'arrivent pas à conceptualiser et à distinguer les variables informatiques en mathématiques. Les rapports des élèves à l'informatique évoluent selon les rapports à l'informatique de leur enseignant. La familiarité des élèves aux notions informatiques se crée au fur et à mesure qu'ils avancent de classe. La situation change et évolue positivement avec l'option ISN comme le déclare cet élève : « *Jusqu'en terminale, je savais qu'une variable ne peut prendre qu'un chiffre. C'est grâce à ISN que j'ai compris qu'une variable peut-être tout...* ». Les structures posent des

difficultés différentes. Alors que la boucle «Pour» semble en général poser moins de difficultés aux élèves, la situation n'est pas pareille avec la boucle « Tant que ». Les structures semblent suivre l'ordre suivant de difficulté croissant chez les élèves : « Si...alors ...sinon », « Pour », « Tant que », comme le précise cet enseignant : « ... *Je crois que la boucle « Pour » c'est bien, ça marche à peu près. Par contre, le « Tant que », il faut du temps pour leur faire comprendre ça. Ils ont du mal au niveau de la condition quand il faut évaluer* » (MJM).

D'autres difficultés des élèves sont liées à l'appropriation des logiciels utilisés : calculatrice, langage de programmation Algobox. Au cours d'un travail « à la main », les élèves semblent ne pas voir où aller et comment commencer la résolution d'un problème donné. Pour échapper à cette difficulté, « *ils voudraient tout faire sur une machine qui leur offre des possibilités de tâtonner et de bidouiller* » (A\_L)

Contrairement à beaucoup d'enseignants de mathématiques qui se sentent forcés d'enseigner l'algorithmique, ceux d'ISN se sont proposés : ils sont volontaires, motivés et intéressés par cet enseignement. Jugeant lacunaire la formation continue reçue, certains enseignants, spécialistes des mathématiques, affirment manquer de recul pour certaines notions informatiques. En conséquence, ces notions semblent être minimisées et donc, moins approfondies. C'est le cas de la robotique. Sur ce chapitre, le professeur dit n'avoir d'une seule séance en formation continue.

Quant aux élèves, leurs motivations pour le choix de l'option ISN sont contrastées. Certains l'ont choisie par défaut comme le précise cet élève : « *Je ne voulais pas la spécialité qui touche à mes coef où j'étais un peu moyen : j'avais peur de n'avoir pas de bac et je me suis dit : je prends la matière qui a un coef extérieur : la spé informatique ne touche ni au coef de la physique ni au coef des maths ni au coef de la SVT, c'est un coef deux à part...* »

Par contre, d'autres élèves d'ISN sont passionnés d'informatique et veulent aller plus loin. Des tensions s'observent entre ces derniers élèves et l'enseignant qui doit tenir compte de l'hétérogénéité des élèves. Les savoirs sont construits sous diverses formes : Cours théoriques, TD, TP, mini-projets (exposés), projets. En ISN, le travail sur machine est au centre des apprentissages. En mathématiques, l'approche « papier-crayon » reste dominant.

Les étudiants de licence sont en projets de programmation des robots. Malgré la complexité et la difficulté de la programmation des robots, ils construisent des connaissances informatiques sophistiquées et souvent avancées par rapport à celles des lycéens. Des bouts de codes déjà construits et des vidéos des robots postés en ligne les inspirent pour le perfectionnement de leurs programmes. Afin de rendre les robots performants, beaucoup de stratégies sont inventoriées, discutées et testées pour n'utiliser que les plus efficaces.

Les robots programmés montrent des limites dans leurs performances. Ces limites se manifestent notamment au niveau des mouvements et la précision des robots. Elles sont justifiées par une absence de connaissances mathématiques avancées utilisées par les étudiants.

## **Discussion**

Notre recherche a révélé des pratiques contrastées chez les enseignants, les élèves et les étudiants en situation d'enseignement/apprentissage de l'informatique. Ces contrastes semblent avoir des justifications différentes. Chez les enseignants, elles sont essentiellement dues d'une part à leur formation différente en informatique et, d'autre part, aux contraintes institutionnelles variées selon les niveaux de formation.

Contrairement à ceux de mathématiques, les enseignants de l'université sont des spécialistes de l'informatique, une spécialité qui ne laisse pas indifférente leurs pratiques. De plus, contrairement aux enseignants de l'université qui font face à des contraintes souples liées aux prescriptions institutionnelles, la diversité des pratiques enseignantes de lycées peuvent être justifiées par des injonctions institutionnelles très fortes notamment celles orientées vers l'approche pédagogique à mettre en œuvre pour ces nouveaux enseignements. Les apprentissages des étudiants sont plus poussés et pointus par rapport à ceux des élèves. Non seulement, les étudiants parviennent à programmer des robots compliqués et exigeants tels que les robots humanoïdes mais aussi, ils sont capables de le faire en apprenant sur le tas de nouveaux savoirs langages ou logiciels utilisés en programmation.

Dans leurs apprentissages, les étudiants sont plus autonomes que les lycéens. Pratiquement laissés à eux-mêmes dans leur projet, ils sont appelés à se débrouiller : ils recherchent et arrivent par eux-mêmes à résoudre leurs problèmes. L'enseignant-encadrant, devant intervenir dans beaucoup de groupes d'étudiants, est sollicité en cas de difficultés majeures devenues insurmontables après plusieurs heures voire jours de recherche par eux-mêmes. Les pratiques des étudiants contrastent avec celles des élèves d'ISN pour qui l'essentiel de leur projet se fait en classe avec l'enseignant. De plus, c'est ce dernier qui devient sollicitant notamment en s'introduisant dans les groupes pour demander leurs difficultés éventuelles afin d'intervenir : les élèves sont beaucoup pris par la main.

En conséquence, contrairement aux interactions des lycéens qui semblent se limiter au sein de leurs petits groupes, celles des étudiants sont diverses et se construisent dans un champ beaucoup plus large.

## **Conclusion et perspectives**

Actuellement, un enseignement d'une discipline informatique optionnelle est en cours au lycée général en France. Cet enseignement connaît une évolution lente mais certaine. Le manque de formation suffisante en informatique chez les enseignants reste malheureusement une limite pour soutenir la motivation évidente en informatique chez beaucoup d'élèves. Cette situation de l'enseignement de l'informatique au lycée contraste avec celle de l'enseignement de l'informatique en licence où la discipline informatique est enseignée par des spécialistes du domaine. Contrairement à notre première hypothèse, chez les enseignants de mathématiques, ce n'est pas le rapprochement de l'algorithmique aux mathématiques qui motive leur adhésion à son enseignement mais les potentialités de l'informatique à renouveler l'enseignement des mathématiques. En effet, à côté de l'approche « papier/crayon » habituellement utilisée, l'informatique leur offre la possibilité d'enseigner les mathématiques autrement, au moyen d'une machine.

Quant à la deuxième hypothèse, l'ouverture aux autres, la collaboration et la complémentarité des apprenants

en contexte d'apprentissage sont quelques-unes des qualités qu'exige le travail en projet. Ces dernières permettent de penser et de réfléchir avec les autres. Les apprenants détenteurs de telles qualités interagissent librement et s'approprient personnellement et facilement les connaissances construites.

Des formations initiales et continues des enseignants sont indispensables pour rendre pérenne cette spécialité. Elles permettront de doter aux enseignants bénéficiaires du recul nécessaire.

Les limites de cet article portent sur les questions de recherche non approfondies. Cela a été dû à la diversité de terrains qui a rendu difficile l'utilisation de la méthodologie ethnographique initialement escomptée. Il a été notamment difficile de bien rendre compte des processus de construction de connaissances chez les élèves en mathématiques où les séances de cours observés étaient très limitées chez les enseignants. Quelquefois, nous nous sommes contentés de leurs déclarations dans les entretiens. Ce n'est pas du tout l'efficacité de l'approche ethnographique qui a été mise en cause dans ce genre de recherche mais, la diversité de terrains a poussé à adopter une approche comparative de la recherche malgré les contextes variés d'enseignement de l'informatique.

Les perspectives de notre recherche sont maintenant orientées vers le Burundi. La France et le Burundi se trouvent dans des contextes très différents concernant l'informatique en éducation. En effet, en France, l'informatique comme objet d'enseignement a été motivée par les limites de l'approche outil de l'enseignement de l'informatique. Au Burundi, par contre, la situation est différente : l'enseignement informatique est plus limité à l'approche objet (pas de programmation) en lycée technique et à l'université, une orientation justifiée par des ressources tant matérielles qu'humaines limitées.

Dans la suite de ce travail, nous nous proposons deux perspectives de recherches. La première s'interroge comment, dans ce contexte de ressources informatiques et électriques précaires au Burundi (Nijimbere, Mbuyiba, & Ndayishimiye, 2013), des notions informatiques peuvent être enseignées dès l'école fondamentale notamment au moyen des petits robots tels que des BEE-BOT et PRO-BOT ?. Ces derniers robots font déjà objet de recherche dans le cadre d'un projet DALIE (Didactique et apprentissage de l'information à l'école) en cours au Burundi, en partenariat avec la France. La deuxième viserait à étudier comment initier les enseignants et les élèves à l'informatique. Elle tenterait en particulier à étudier comment mettre à profit des technologies moins coûteuses en énergie telles que des téléphones mobiles ou des radios, plus disponibles au Burundi, au service de la formation des enseignants (pour contourner le manque de ressources telles que les ordinateurs et l'électricité)?

## **Remerciements**

Au terme de cet article, nous nous réjouissons d'adresser notre vive reconnaissance aux personnes et institutions suivantes pour leur contribution dans la réalisation de la thèse de doctorat dont cet article est issu. Nos remerciements s'adressent d'abord à Georges-Louis Baron pour la relecture et les critiques de cet article.

Nos remerciements s'adressent aussi à l'École Normale Supérieure (ENS) de Bujumbura qui nous a envoyé en formation doctorale et puis accueilli en tant qu'enseignant-chercheur après la formation. Nous remercions aussi le laboratoire Éducation, Discours et Apprentissage (EDA) de l'université Paris Descartes-Sorbonne



Paris Cité, pour nous avoir mis dans des conditions idéales lors de l'élaboration de notre thèse.

## Quelques références

- Baron, G. L. (1987). *La constitution de l'informatique comme discipline scolaire: le cas des lycées*. Thèse de doctorat, Université Paris Descartes.
- Cabane, R. (2012). Les enseignements du numérique en classe de Seconde. Bilan des expérimentations pédagogiques menées en 2009-2010. *Revue Sticef.org*, 22, 36.
- Dowek, G., Archambault, J.-P., Bacceli, E., Cimelli, C., Cohen, A., Eisenbeis, C., ... Wack, B. (2011). *Informatique et sciences du numérique: Spécialité ISN en terminale S* (Eyrolles). Editions Eyrolles. Consulté à l'adresse [http://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=33-osQn4niMC&oi=fnd&pg=PR5&dq=informatique+et+science+du+num%C3%A9rique+au+lyc%C3%A9e+&ots=al5atrcDRh&sig=fMUvZb2uI\\_Gje5cyis5cmNPQXVY](http://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=33-osQn4niMC&oi=fnd&pg=PR5&dq=informatique+et+science+du+num%C3%A9rique+au+lyc%C3%A9e+&ots=al5atrcDRh&sig=fMUvZb2uI_Gje5cyis5cmNPQXVY), le 21 septembre 2015.
- Engeström, Y. (2001). Expansive learning at work : toward an activity theoretical reconceptualisation. *Journal of Education and Work*, 14(1), 133-156.
- Haspekian, M., & Nijimbere, C. (2012). Les enseignants face à l'entrée de l'algorithmique dans l'enseignement des mathématiques au lycée scientifique en France. In *CORFEM: Actes des 17ème et 18ème colloques* (p. 265-285). Université et IUFM de Franche-Comté: Michèle GANDIT et Brigitte Grugeon-Allys.
- Janiszek, D., Pellier, D., Mauclair, J., Boulc'H, L., Baron, G.-L., & Parchemal, Y. (2011). Utilisation de la robotique pédagogique pour enseigner l'intelligence artificielle: une expérience d'approche par projet auprès d'étudiants en informatique. Consulté à l'adresse [http://sticef.univ-lemans.fr/num/vol2011/07r-janiszek/sticef\\_2011\\_janiszek\\_07rp.html](http://sticef.univ-lemans.fr/num/vol2011/07r-janiszek/sticef_2011_janiszek_07rp.html). Le 21 septembre 2015.
- Nijimbere, C., Mbwaiyiba, C., & Ndayishimiye, N. (2013). La téléphonie mobile au Burundi. Consulté à l'adresse <http://www.adjectif.net/spip/spip.php?article267>, le 3 octobre 2015. Le 10 octobre 2015.
- Perrenoud, P. (1999). Apprendre à l'école à travers des projets: Pourquoi? Comment ? *Retrieved February, 12, 2003*.