

L'enseignement de savoirs informatiques pour débutants, du second cycle de la scolarité secondaire scientifique à l'université en France

www.adjectif.net/spip/spip.php



Pour citer cet article :

Nijimbere, Claver (2015). L'enseignement de savoirs informatiques pour débutants, du second cycle de la scolarité secondaire scientifique à l'université en France. Synthèse de la thèse. *Adjectif.net* [En ligne] Mis en ligne le Vendredi 31 juillet 2015. URL : <http://www.adjectif.net/spip/spip.php?article355>

Résumé :

Cette contribution présente la thèse de doctorat en Sciences de l'Éducation de Claver Nijimbere. Cette dernière a été préparée à l'Université Paris Descartes-Sorbonne Paris Cité. Elle a été dirigée par Georges-Louis Baron et Mariam Haspekian et a été soutenue fin juin 2015.

Mots clés :

Enseignement de l'informatique, Enseignement secondaire, Enseignement supérieur



Contexte

En France, la discipline informatique est enseignée depuis les années soixante dans l'enseignement supérieur (Baron, 1987). Pourtant, contrairement aux autres disciplines (les mathématiques, la biologie, la physique...), la science informatique n'est toujours pas une discipline scolaire, malgré sa place grandissante dans la société.

Récemment, suite à une série de prises de positions qui ont réclamé un enseignement de l'informatique au lycée général, des réformes de programmes ont vu le jour. Des savoirs informatiques ont 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*.

Cette prescription de l'enseignement de savoirs informatiques intervient dans un contexte singulier. Cet enseignement intervient, en effet, sans existence d'une discipline informatique dans la scolarité secondaire : il n'existe ni un CAPES, ni une agrégation d'informatique. 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 problème lié est le manque de formation des enseignants. En effet, si en mathématiques, quelques volontaires ont reçu un court stage de formation de moins de 30 heures pour cet enseignement, en ISN, les professeurs de mathématiques qui devaient bénéficier d'une formation de 600 heures, n'ont eu au final qu'au plus la moitié de ce volume horaire.

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 toujours, dans le cadre de l'option ISN ?

Dans l'enseignement supérieur, la licence informatique accueille actuellement des étudiants issus de la scolarité générale qui n'ont pas connu un enseignement d'une discipline informatique et donc débutants en informatique. Depuis, 2010, l'université Paris Descartes a renouvelé son enseignement de l'informatique par l'introduction des technologies robotiques dans l'apprentissage de la programmation, fondé sur l'*approche de projets* (Janiszek et al., 2011).

Notre thèse, par une approche comparative, a interrogé l'appropriation de cet enseignement chez les enseignants et les apprenants, élèves et les étudiants, dans les deux niveaux de formation : le lycée général scientifique et la licence informatique.

Questionnement et hypothèses de recherches

Nous nous sommes posé les deux questions de recherches suivantes. Comment les enseignants non spécialistes de l'informatique enseignent l'informatique au lycée ? Comment les élèves et les étudiants, débutants en informatique, construisent des savoirs informatiques lors de leurs apprentissages ?

Comme première hypothèse, nous avons posé que les enseignants de mathématiques qui se représentent l'algorithmique comme proche des mathématiques s'approprient facilement l'enseignement des notions algorithmiques en mathématiques.

La deuxième hypothèse 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 l'approche par projet semble nouvelle au lycée, cette hypothèse est raisonnable lorsqu'on voit les pratiques conséquentes à la fécondité de cette approche en enseignement supérieur où la pédagogie de projet est ancienne.

Méthodologie

Dans cette recherche, nous avons utilisé le cadre théorique de la théorie de l'activité d'Engeström (Engeström, 2001) Nous avons utilisé une approche comparative en ce qui concerne les pratiques des enseignants et les apprentissages respectivement des professeurs et des lycéens d'une part et ceux des professeurs et des étudiants de licence en informatique d'autre part.

Une méthodologie qualitative a été utilisée : analyse de la littérature et des prescriptions, observations des pratiques des acteurs (élèves, étudiants, enseignants de mathématiques et d'informatique, enseignants de génie industriel, formateurs), questionnaires, des entretiens semi-directifs et souvent en groupe le cas échéant.

Cinq établissements ont fait l'objet de nos analyses : quatre du second cycle de l'enseignement secondaire et un de l'université. Elles portent sur 88 lycéens, 20 étudiants et 40 enseignants. Parmi cette population, il y a 20 élèves d'ISN et 20 étudiants de licence. Les étudiants se répartissent en deux niveaux : 13 en

deuxième année de licence (L2) et 7 en troisième année (L3).

Parmi les enseignants, deux seulement sont de l'université, 3 des filières industrielles, 2 de l'option ISN et le reste sont des enseignants de mathématiques. Parmi ces derniers, 28 ont suivi un ou des stages de formation à l'algorithmique et ont répondu aux questionnaires et, 5 seulement parmi eux ont accepté d'être interviewés après expliciter leurs points de vue exprimés dans le questionnaire.

Principaux résultats

Une ambiguïté dans les prescriptions en mathématiques

Au lycée, en dehors de la spécialité ISN, l'informatique, présentée en mathématiques, affiche trois caractéristiques principales. Elle doit être étendue à tout le lycée, enseignée de façon transversale et avec une machine choisie parmi un foisonnement de langages et logiciels donnés.

Présentées dans le programme de seconde, les notions algorithmiques sont à étendre sur tout le lycée : la répartition de ces notions par classe est laissée au bon soin de l'enseignant. Elles doivent être abordées de façon transversale dans les chapitres de mathématiques : il ne doit pas y avoir de chapitre d'informatique. Les guides d'accompagnement sont présentés sous forme de cours détaillés.

Dans les manuels, les notions informatiques interviennent à tous les niveaux. Selon les prescriptions, l'objet *algorithmique* est en tension. D'une part, elle 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, l'illustration d'un exemple par de nombreux langages de programmation laisse penser une programmation systématique de tout exercice résolu avec un langage. Ce dernier n'est pas imposé : son choix est libre parmi de nombreux langages et logiciels proposés : la calculatrice occupe une place centrale. Au vu des prescriptions, l'algorithmique et la programmation sont associées et devraient être enseignées parallèlement.

En option ISN, les contenus sont construits 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 et Java est 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.

Des pratiques contrastées

Deux représentations de l'algorithmique s'observent chez les enseignants et orientent leurs pratiques. Pour certains, l'algorithmique est l'informatique et, est par conséquent très éloignée des mathématiques. Ces derniers, se sentant illégitimes pour cet enseignement, se sentent forcés de devenir à la fois professeur de mathématique et d'informatique. Pour d'autres, l'algorithmique est à la fois informatique et mathématiques. Leur adhésion à l'enseignement de l'algorithmique n'est pas justifiée par le rapprochement de l'algorithmique aux mathématiques mais par leur représentation que l'algorithmique peut contribuer à améliorer et rendre vivant l'enseignement des mathématiques.

Les premiers sont donc en algorithmique, 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 étaient au départ motivés pour l'informatique et l'enseignaient déjà. Beaucoup de ceux qui ont participé aux formations étaient en général motivés : ils enseignaient déjà l'algorithmique avant les stages de formation.

Les approches de mise en activité des élèves diffèrent selon les enseignants : ceux qui ont suivi la formation choisissent une activité « efficace » complexe faite en groupes et qui introduit un petit cours théorique d'algorithmique. Le travail est plus fait « à la main ». Sinon, en cas de programmation, la calculatrice est centrale, rarement le langage Algobox.

Quatre principaux facteurs soutiennent leurs pratiques :

- motivation,
- formation continue,
- jeunesse dans le métier
- l'approche pédagogique utilisée.

Les principales difficultés des enseignants sont le manque de recul et la gestion de classe.

Chez les élèves, en dehors d'ISN, l'algorithmique est vue comme un nouveau domaine déconnecté des mathématiques et de l'informatique. Son apprentissage en mathématiques semble complexifier ces dernières : l'algorithmique ne semble pas être une aide pour l'apprentissage des mathématiques et n'augmente pas la motivation des élèves. 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 élèves se heurtent à des difficultés variées. Beaucoup n'arrivent pas à conceptualiser et à distinguer les variables informatiques et mathématiques. Cette situation change avec les élèves de l'option ISN. Les structures posent aux élèves des difficultés variables. En général, chez les élèves, les structures semblent suivre l'ordre de difficultés suivant : « Si... Alors...Sinon » < « Pour » < « Tant que ».

D'autres difficultés des élèves sont liées à l'appropriation des logiciels et des langages utilisés : calculatrice, Algobox. Au cours d'un travail « à la main », les élèves semblent ne pas voir où aller et comment faire pour aborder un problème donné. Ils voudraient tout faire sur une machine qui leur offre des possibilités de bidouillage.

Quant aux élèves d'ISN, leurs motivations pour le choix de l'option sont contrastées. Certains l'ont choisie par défaut pour « fuir » les autres spécialités reconnues comme très difficiles : ils éprouvent beaucoup de difficultés. D'autres, à l'inverse, sont passionnés de l'informatique.

Les savoirs sont construits sous diverses formes : Cours théorique, TD, TP, mini-projets (exposés) et projets. Des tensions s'observent entre les élèves passionnés qui voudraient aller plus vite pour acquérir plus et l'enseignant qui doit tenir compte de l'hétérogénéité la classe.

Les étudiants de licence ont mené des projets de programmation de robots, assez difficiles à programmer. Malgré cela, les connaissances informatiques construites sont souvent avancées et sophistiquées comparées à celles des lycéens. Les étudiants s'inspirent pour le perfectionnement de leurs programmes notamment par des stratégies utilisées, par des bouts de codes déjà construits et des vidéos des robots postés en ligne. Afin de gagner la compétition, la performance des robots était visée. Pour cela, beaucoup des stratégies sont inventoriées, discutées et testées pour ne retenir que les plus efficaces. Il est notable que peu de connaissances mathématiques avancées, soient mobilisées, telles que les équations différentielles, les équations de Lagrange...

Discussion

Notre recherche a révélé des pratiques contrastées chez les enseignants, les élèves et les étudiants en situation d'enseignement/apprentissage en projets. Ces contrastes peuvent 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. Leurs contraintes sont assez souples. Les apprentissages des étudiants sont plus poussés et pointus par rapport à ceux des élèves. Les étudiants sont aussi plus autonomes que les lycéens. Ils 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 des jours de recherche. En ISN, c'est plutôt l'enseignant qui devient *sollicitant* notamment en s'introduisant dans les groupes pour demander leurs difficultés éventuelles afin d'intervenir : les élèves sont davantage *pris par la main*.

Conclusion et perspectives

Actuellement, un enseignement d'une discipline informatique optionnelle est en cours au lycée général en France. Il reste confronté au manque de formation en informatique des enseignants. C'est malheureusement une limite pour soutenir la motivation évidente en informatique de beaucoup d'élèves. 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 jugées susceptibles 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.

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. Elles 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.

Les limites de la thèse se situent au niveau des questions de recherche non approfondies. Notre approche ethnographique a été difficile de par la diversité de terrains et de contextes d'enseignement contrastant avec le nombre de séances de cours observés très limitées et dispersées chez les enseignants de mathématiques. Quelquefois, nous nous sommes contentés des déclarations des élèves et des enseignants dans les entretiens.

Les perspectives de notre recherche sont désormais orientées vers le Burundi. Au Burundi, 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 précaires au Burundi (Nijimbere, Mwayiba, & Ndayishimiye, 2013), des notions informatiques peuvent être enseignées dès l'école fondamentale ? 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) ?

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=a15atrcDRh&sig=fMUvZb2ul_Gje5cyis5cmNPQXVY
- Engeström, Y. (2001). Expansive learning at work[202F ?] : 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
- Nijimbere, C., Mwayiba, C., & Ndayishimiye, N. (2013). La téléphonie mobile au Burundi. Consulté à l'adresse <http://www.adjectif.net/spip/spip.php?article267>
- Perrenoud, P. (1999). Apprendre à l'école à travers des projets : Pourquoi ? comment. Retrieved February, 12, 2003

Remerciements

Au terme de cette synthèse, nous nous réjouissons d'adresser notre vive reconnaissance aux personnes et institutions suivantes pour leur contribution dans la réalisation de cette thèse de doctorat. Nos remerciements s'adressent d'abord à Georges-Louis Baron et Mariam Haspekian, respectivement directeur et codirectrice de cette thèse pour leur rigueur scientifique et leurs remarques constructives.

Nos remerciements s'adressent aussi au Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique du Burundi pour le financement de notre formation doctorale et à l'École Normale Supérieure (ENS) de Bujumbura pour nous avoir accueilli en tant qu'enseignant-chercheur après la formation. Nous remercions également le laboratoire Éducation, Discours et Apprentissage (EDA) de l'Université Paris Descartes-Sorbonne Paris Cité, pour les meilleures conditions mises à notre disposition durant le déroulement de notre thèse.