

L'enseignement des tableurs dans le collège grec : étude de cas et implications pour une approche interdisciplinaire

Vassilis Komis, Konstantinos Lavidas, Vassiliki Papageorgiou, Konstantinos Zacharos, Panagiotis Politis

Résumé : Cet article s'inscrit dans une recherche dont le but est d'étudier la place des tableurs dans le collège grec selon trois axes : l'axe du prescrit des programmes scolaires en informatique ; l'axe des problèmes didactiques posés par les concepts de base des tableurs ; l'axe d'une approche interdisciplinaire considérant les tableurs comme des outils de modélisation dans des différentes disciplines. Dans le système éducatif grec, le tableur est enseigné pour lui-même et une étude de cas montre que les élèves ont des difficultés à réinvestir ces connaissances dans le cadre de la résolution de problèmes de mathématiques. Ce résultat tend à montrer que l'utilisation efficace de progiciels spécialisés, comme c'est le cas du tableur, nécessite la mise en place d'un cadre conceptuel qui conjugue ceux de diverses disciplines.

Introduction

Dans l'enseignement secondaire grec¹ l'informatique est principalement considérée comme discipline autonome depuis plus de quinze ans. Cet enseignement a été institué dans les collèges à partir de 1992 et a mis une dizaine d'années pour être introduit dans tous les collèges. Cet enseignement, d'une heure par semaine dans chaque classe durant les trois ans, a comme objectif principal de « *donner aux élèves tous les moyens de connaître les concepts de base en informatique, c'est-à-dire tous les dispositifs et les techniques qui sont utilisés pour le traitement de l'information, acquérir une expérience pratique en s'exerçant avec un système informatique et les outils appropriés, être capables de reconnaître les impacts des TIC dans les divers domaines de l'activité humaine* ». En grande partie, il ne s'agit pas d'un enseignement de l'informatique en tant que science, mais d'un enseignement visant à favoriser l'acquisition d'une culture générale aux usages des TIC. Dans ce cadre, l'enseignement des progiciels (et plus précisément le traitement de texte, les tableurs et les bases de données) occupe une place prépondérante dans le cursus tandis que la programmation (soit dans la lignée de LOGO soit sous une approche plus conventionnelle) n'a plus qu'une importance marginale.

Toutefois, l'approche pédagogique est *techno-centrée* (l'informatique comme objet d'apprentissage) au détriment d'une approche *intégrée* (l'informatique comme outil d'enseignement et d'apprentissage dans toutes les disciplines et un moyen pour une approche interdisciplinaire).

Une approche *pragmatique* (qui essaye d'agencer les deux précédentes en termes de possible) est apparue dernièrement - dans le cadre d'un projet pilote- dans une petite partie d'établissements scolaires, principalement secondaires, de manière optionnelle. Dans ce cadre, des laboratoires informatiques sont mis en place, au cours des dernières années, dans tous les établissements scolaires grecs, un programme (appelé *Cadre du Programme d'Etudes en Informatique*) a été institué par le ministère de l'éducation (en 1998) et un corps d'enseignants en Informatique a été créé pour assurer cet enseignement (Komis et Politis, 2001 ; voir aussi Brandt-Pomares & Komis dans cet ouvrage).

¹ L'enseignement secondaire est constitué des collèges d'une durée de trois ans et des lycées d'une durée de trois ans également, qui correspondent aux classes d'âge de 12 à 18 ans.

Cadre de la recherche

Objectifs de la recherche

Les tableurs sont des logiciels permettant la simulation et la modélisation de données et supportant le calcul mathématique et logique. Les tableurs, grâce aux interrelations établies entre leurs données, constituent des instruments très puissants de calcul. Ce sont aussi des dispositifs technologiques permettant l'analyse de données et la recherche de solutions à des problèmes numériques ouverts et complexes. Les tableurs trouvent de nombreuses applications dans les domaines de gestion logistique et de comptabilité où le besoin de présentation des informations sous la forme de tableaux et de graphiques est primordial. Ils trouvent aussi des applications dans la gestion de l'école et, de plus en plus, dans le processus d'enseignement et d'apprentissage en promouvant des investigations ouvertes et des activités de résolution de problèmes (Baker & Sugden, 2003).

L'usage des tableurs est assez courant dans les classes en mathématiques et en sciences exactes de l'école élémentaire au lycée, parce qu'ils offrent un cadre d'exploration concrète des concepts abstraits (Barton, 2004, Johnston-Wilder & Pimm, 2005). La facilité de la manipulation des informations (trier et rechercher) et les possibilités des représentations graphiques (courbes, histogrammes, diagrammes à barre, etc.), de façon simultanée ou alternative, des vastes ensembles de données attribuent aux tableurs une valeur intrinsèque dans des activités d'enseignement et d'apprentissage. Les usages des tableurs dans la classe – mis à part l'alphabétisation informatique – peuvent être envisagés soit dans le cadre de l'utilisation des tables déjà préparées par le professeur en vue de simuler un modèle préconstruit, soit dans le cadre de la création des nouvelles feuilles de calcul dans une perspective d'outil cognitif pour l'expression et organisation des idées des élèves. En d'autres termes, il s'agit de manipuler et construire des feuilles de calculs pour développer des compétences. Les tableurs, dans l'apprentissage des mathématiques et des sciences, sont un outil très puissant d'abstraction et peuvent être utilisés comme dispositif pour tracer des courbes, pour étudier des fonctions et pour aborder la notion de variable. La notion de variable, qui est une notion de base en plusieurs disciplines, peut être approchée au biais d'un tableur de façon explicite (McFarlane, 1997). Un tableur permet aussi l'introduction des élèves aux expressions algébriques en utilisant des notations traditionnelles en mathématiques et à la notion de fonction mathématique. Les recherches effectuées les dernières années ont montré que l'utilisation des tableurs en mathématiques peut favoriser leur apprentissage. Cette utilisation semble être particulièrement effective pendant l'exploration des modèles (patterns) mathématiques et la construction de la compréhension conceptuelle des variables et des relations fonctionnelles (Dugdale, 2001). Les tableurs sont aussi vus comme un dispositif pouvant soutenir le raisonnement par corrélation plus efficacement qu'en travaillant en papier – crayon (Karasavidis et al., 2003).

Le présent article s'inscrit dans une recherche plus ample dont le but est d'étudier la place des tableurs dans le collège grec selon trois axes : d'abord sur l'axe du prescrit des programmes scolaires en Informatique (Baron & Bruillard, 1996), ensuite sur l'axe des problèmes didactiques posés par les concepts de base des tableurs (Baker & Sugden, 2003) et, enfin, sur l'axe d'une approche interdisciplinaire considérant les tableurs comme des outils de modélisation dans des différentes disciplines (Abramovich, 2003). Il s'agit, par conséquent, d'étudier les textes officiels des programmes scolaires en examinant leurs objectifs, leur contenu et leurs propositions

didactiques. En même temps, il est nécessaire à étudier l'enseignement des tableurs sous l'angle des pratiques quotidiennes en classe ainsi que les problèmes didactiques associés, tels que l'inefficacité des approches didactiques suivies (par exemple cours magistral et focalisation sur l'enseignement et l'apprentissage des fonctionnalités des logiciels), les difficultés cognitives des concepts de base, les représentations erronées ou incomplètes des élèves concernant les tableurs, etc.

Méthode

Pour répondre à nos objectifs, nous combinons deux paradigmes méthodologiques de recherche. D'un côté, par une analyse de contenus nous examinons les programmes scolaires à fin de repérer les concepts primordiaux pour une utilisation effective des tableurs et les notions qui y sont transversales entre différentes disciplines. D'autre côté, par une étude de cas nous envisageons à saisir des problèmes didactiques posés par l'apprentissage des concepts de base des tableurs (par exemple la notion de formule et les représentations graphiques) et à étudier les tableurs comme outils de modélisation exploratoire et expressive dans la résolution des problèmes (Abramovich, 1999, Dimitracopoulou & Komis, 2005). Comme étude de cas nous allons examiner l'usage des tableurs dans la solution des problèmes en mathématiques au collège grec par une approche de modélisation scientifique.

En ce qui concerne l'analyse des programmes scolaires sur les tableurs, nous examinons les textes officiels du ministère grec de l'éducation nationale et les recommandations pour l'enseignement qui y sont associées. Nous étudions également le manuel scolaire existant (il s'agit d'un manuel produit par l'Institut National de la Recherche Pédagogique Grec) et le livre du professeur qui l'accompagne.

L'étude de cas concernant les problèmes didactiques de l'enseignement des tableurs s'effectue, d'un côté, par observation des classes (une classe de collège est utilisée comme terrain d'observation), et, d'un autre côté, par une analyse centrée sur l'interaction entre trois paires d'élèves (d'habitude le travail en laboratoire d'informatique dans les collèges se fait en binôme) et le tableur. Ce travail se fait en laboratoire d'interaction homme – machine pour pouvoir capter les interactions entre élèves et facilitateur et entre élèves et progiciel. Des feuilles d'activités spécifiques (basées sur l'analyse du contenu des programmes scolaires et sur une analyse à priori des problèmes didactiques attendus) sont utilisées pour mener cette activité d'observation.

Résultats

Le prescrit dans les programmes scolaires et les pratiques en classe

Le tableur a sa place comme objet d'apprentissage dans le programme de l'Informatique au collège grec où il est enseigné au sein de la seconde classe (13-14 ans). Il est cependant à noter qu'à la différence d'autres systèmes scolaires il n'y a aucune référence à l'utilisation des tableurs dans le programme des mathématiques du collège grec. L'enseignement du tableur s'inscrit donc dans l'unité du curriculum d'Informatique intitulée « usage des outils d'expression, de communication, de découverte et de création ». Cette unité concerne l'enseignement des tableurs, des logiciels de présentation et des moteurs de recherche. Douze (12) heures sont allouées dans le cursus pour cette unité, dont huit (8) heures à peu près pour les tableurs sur une totalité des quarante huit (48) heures dans l'année pour le cours complet

d'informatique. Le contenu devant être enseigné se résume en trois grandes parties (table 1) : (a) caractéristiques et potentialités des tableurs, (b) concepts et fonctionnalités du logiciel tableur (le logiciel Excel est le logiciel utilisé dans toutes les écoles) tels que le concept de cellule, le concept d'adresse, le contenu d'une cellule, la largeur de cellule, les fonctionnalités de copier, couper, coller, déplacer et (c) usage de simples formules et fonctions (SUM, moyenne), représentations graphiques, organisation et présentation des données.

Il est à noter que dans l'enseignement public grec il n'existe qu'un manuel scolaire officiel offert à tous les élèves par l'état grec pour chaque matière enseignée. Une analyse de contenu concernant ce manuel montre que son accent est mis sur les fonctionnalités des tableurs en partant par des exemples mathématiques. Le contenu du manuel est très proche d'un manuel de référence (caractéristiques des lignes et des colonnes, des cellules, des types de données, expressions algébriques – formules, fonctionnalités (supprimer, copier, déplacer), types de diagrammes).

Objectifs	Contenu - unités	Activités
Après l'enseignement les élèves doivent être capables de <ul style="list-style-type: none"> • Décrire les principales caractéristiques des tableurs • Décrire des concepts tels que: cellule, cellule active, adresse • Distinguer les divers types de données dans une cellule • Utiliser des simples formules et fonctions • Utiliser les fonctions de couper, copier, coller • Créer des graphiques pour représenter graphiquement des données arithmétiques • Résoudre des simples problèmes à l'aide des tableurs • Créer des catalogues de diverses données (noms, faits, etc.), les trier, y rechercher des informations, imprimer 	Caractéristiques et potentialités des tableurs Le concept de cellule Le concept d'adresse Contenu d'une cellule Largeur de cellule Fonctionnalités de copier, couper, coller, déplacer Usage de simples formules et fonctions (SUM, moyenne) Représentations graphiques (diagrammes) Organisation et présentation des données	Recueillir des informations concernant la région des élèves (villes, population, etc.) et construire une feuille de calcul. Prélever la température au cours d'une journée (toutes les heures), créer une feuille de calcul, calculer la moyenne, indiquer les températures minimale et maximale. Etc.

Table 1 : programme officiel des tableurs

A titre de commentaire, on doit noter que tant le programme officiel que le manuel scolaire sont orientés par une approche techno-centrée qui se focalise sur les fonctionnalités de base de l'outil tableur. En même temps, les objectifs à atteindre et les tâches proposées aux élèves sont également orientés par ces fonctionnalités. Des concepts essentiels (adresse relative – adresse absolue, fonctions de base comme Si ... Alors ...) sont absents ou ils ne sont pas enseignés selon des entretiens que l'on a faits avec des professeurs. Les activités proposées ne sont pas liées à des concepts d'autres disciplines (sauf peut être des mathématiques mais de manière implicite).

Notre expérience personnelle et une observation de classe dans un collège pendant quatre séances nous ont aidés à mieux comprendre les pratiques effectives. En situation habituelle, le cours d'Informatique dure deux heures par semaine dont une heure en classe (cours magistral) et une heure au laboratoire d'Informatique (travail en binôme sur ordinateur). Une classe typique comporte trente personnes en moyenne, elle est divisée en deux et partagée avec le professeur de Technologie. Dans un travail

de laboratoire où sept à neuf paires d'élèves travaillent simultanément il est très difficile à saisir les interactions complexes avec le logiciel. Les actions du professeur sont focalisées sur les fonctionnalités de l'outil et la pratique des élèves se concentre sur des simples exercices de maniement de l'interface. Une grande partie de travail est allouée sur des erreurs concernant la manipulation de l'interface et une autre partie à la résolution des exercices décontextualisés, proposés principalement par le manuel scolaire.

L'étude de cas

Pour mener à terme notre étude nous avons développé des feuilles d'activités axées sur la résolution des problèmes de modélisation en mathématiques (Hubweiser, 2004, Dimitracopoulou & Komis, 2005). L'accent a été mis sur des problèmes ouverts de proportionnalité et de proportionnalité inverse et sur le passage entre la compréhension du problème, le travail sur des tableaux de données, l'exploration et l'expression des formules et sur la création et l'interprétation des représentations graphiques. Ensuite, nous avons travaillé avec trois paires d'élèves dans un laboratoire d'interaction homme – machine pour capter la totalité des interactions produites. Ces élèves ont assisté de manière volontaire et ils avaient déjà reçu un enseignement formel du tableur. Enfin, nous avons développé un cadre conceptuel d'analyse basé sur l'étude de la littérature (Kay, 2005, Vandeput & Colinet, 2006) et un examen approfondi des actions et des dialogues des élèves pour analyser ces interactions, comprendre les difficultés cognitives et détecter des erreurs. Pour l'analyse de nos données nous nous sommes servis des trois fichiers de transcriptions concernant toute l'interaction des élèves avec le logiciel et leurs dialogues, des trois feuilles d'Excel contenant le travail accompli et des six feuilles de travaux remplis par les six élèves de notre étude. Dans la suite, nous présentons quelques résultats de cette étude concernant les problèmes rencontrés et les erreurs que font les élèves pendant l'usage du tableur.

L'analyse des erreurs se fait par le biais d'une typologie qui comporte neuf sous-catégories qui sont réunies en trois grandes catégories : Cellule, Formule, Diagramme. La catégorie *Cellule* contient les sous-catégories suivantes : *Nommer une cellule* (erreur sur le nom ou l'adresse d'une cellule), *Formater une cellule* (erreur de formatage d'une cellule), *Insérer des données dans une cellule* (erreur pendant l'insertion ou non validation après l'entrée des données), *Corriger des données d'une cellule* (tout effacer et retaper). La catégorie *Formule* contient les sous-catégories suivantes : *Créer une formule* (erreur pendant la création d'une formule), *Utiliser des symboles mathématiques* (usages non conformes des symboles mathématiques) et *Disposer des compétences mathématiques* (erreurs pendant l'usage des concepts et des habiletés mathématiques). La catégorie *Diagramme* contient les sous-catégories suivantes : *Construction des graphiques* (erreurs pendant la construction d'un graphique) et *Compréhension des graphiques* (problèmes de compréhension ou d'interprétation d'un graphique).

En ce qui concerne la catégorie *Cellule* nous n'avons pas constaté de vrais problèmes concernant l'adressage, l'attribution d'un nom et le simple formatage. Parfois les élèves font appel à une cellule uniquement par le titre de la colonne ou de la ligne. Les corrections du contenu se font souvent en effaçant la totalité du contenu (il s'agit d'une erreur qui concerne l'usage du système en général). Les fonctions de copier, couper, coller, déplacer sont acquises mais pas toujours d'une manière optimale (par l'exemple les élèves ne font pas usage de la ligne des formules). Certains types des

données posent plus des problèmes que d'autres, comme les nombres (forme, arrondi) et les dates.

Des problèmes plus importants apparaissent pendant l'utilisation des *Formules*. Ces problèmes sont d'abord d'ordre syntaxique, par exemple oublier de mettre = (égal) avant l'expression. L'utilisation des symboles mathématiques peut également créer des problèmes, comme par exemple la confusion entre les signe « : » (utilisé pour l'opération de la division en mathématiques) et « / » (utilisé par le logiciel pour la même opération). La priorité des opérations pose parfois des problèmes (les élèves oublient de mettre des parenthèses) ainsi que l'expression algébrique dans le cadre du logiciel. Ensuite, une représentation erronée, provenant probablement de l'enseignement, concerne la confusion entre la notion de formule en général et la formule SUM (toutes les formules sont équivalentes à SUM, qui est la seule formule utilisée à l'école par les élèves de notre étude). Parfois, on trouve des difficultés de compréhension des messages du système notamment quand il y a une autoréférence. Enfin, des problèmes plus importants, d'ordre sémantique, proviennent de la confusion qui apparaît souvent entre le contenant et le contenu (très souvent les élèves ne sont pas capables de faire cette distinction) et la conception de la cellule comme variable. En résumant, les problèmes relatifs aux cellules sont dus à la méconnaissance de l'outil et de son fonctionnement, à l'incompréhension des messages du système et à l'absence des connaissances mathématiques adéquates.

En ce qui concerne la catégorie *Diagramme* nous avons constaté deux catégories de problèmes. La première est relative à la construction d'un diagramme et la seconde à la compréhension et l'interprétation d'un diagramme. Pendant la construction d'un graphique, le premier problème concerne le choix du type de diagramme à représenter. Un autre problème concerne la sélection des données à représenter et la modification de celles-ci, s'il est nécessaire. En règle générale, les élèves ne font pas un usage adéquat de l'outil de création des diagrammes : cet outil nécessite un processus séquentiel dont il faut suivre les différentes étapes pour créer le graphique. Le paramétrage de l'outil de construction de diagrammes ne se fait presque jamais : par exemple, les élèves ne peuvent pas modifier les étiquettes des données sur un graphique. La compréhension et l'interprétation d'un diagramme quand il se modifie de manière dynamique quand les données de référence se modifient posent également des difficultés aux élèves.

Discussion

Dans le système éducatif grec le tableur constitue un objet d'apprentissage au niveau du collège. Il s'agit d'enseigner aux élèves les principales fonctionnalités du tableur suivant une approche techno-centrée dont la principale caractéristique est la focalisation sur l'apprentissage décontextualisé de l'outil lui-même. Une étude de cas a été conduite pour soulever les difficultés cognitives et les problèmes didactiques des élèves par rapport l'outil tableur. Pendant cette étude, trois paires d'élèves, ayant déjà reçu en enseignement du tableur dans leur collège, l'ont utilisé comme outil de résolution de problèmes. Les savoirs antérieurs des élèves jouent plutôt un rôle réducteur. Par contre, si des liens peuvent être établis avec des procédures de résolution de problèmes ou l'usage du langage mathématique, ces savoirs peuvent être investis de façon plus productive.

Plusieurs problèmes proviennent de la méconnaissance des élèves à utiliser l'interface du système informatique : certains sont inhérents de l'interface du tableur et d'autres sont plus généraux concernant le système d'exploitation et les métaphores utilisées par celui-ci. Les problèmes liés aux tableurs peuvent être classés en deux catégories : être d'ordre « syntaxique » (manipulation des cellules, formules et diagrammes) ou d'ordre « sémantique » (liés aux contenus, dans notre cas des mathématiques).

Dans ce contexte, l'utilisation efficace et raisonnée des progiciels spécialisés, comme le tableur, nécessite un travail interdisciplinaire où l'étude de la place des activités instrumentées sera conjuguée au développement d'un cadre conceptuel basé sur les concepts transversaux entre les diverses disciplines telles que l'informatique et les mathématiques.

Bibliographie

- Abramovich, S. (1999). Mathematical Concepts as Emerging Tools in Computing Applications, *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 18(4), 415-437.
- Abramovich, S. (2003). Spreadsheet-Enhanced Problem Solving in Context as Modeling, *Electronic Journal of Spreadsheets in Education*, (1):1-17.
- Baker, J. E. & Sugden, J. S. (2003). Spreadsheets in Education – The first 25 years, *Electronic Journal of Spreadsheets in Education*, 1(1):18-43.
- Baron, G.-L., Bruillard, E. (1996). *L'informatique et ses usagers dans l'éducation*, Paris : PUF.
- Dimitracopoulou, A. and Komis, V. (2005). Design principles for the support of modelling and collaboration in a technology based learning environment, *Int. J. Continuing Engineering Education and Lifelong Learning*, Vol. 15, No 1/2, pp. 30-55.
- Hubweiser, P. (2004). Functional Modeling in Secondary Schools Using Spreadsheets, *Education and Information Technologies*, 9:2, 175-183.
- Kay, R. (2005). The role of errors in learning computer software, *Computers and Education*, (in press).
- Komis, V. & Politis, P. (2001). Les Technologies de l'Information et des Communications dans le système éducatif grec : le difficile cheminement de l'intégration, *Revue de l'Enseignement Public et Informatique*, 101, Mars 2001, pp. 71-91.
- Vanderput, E. & Colinet, M. (2006). *Les invariants du tableur. Tentative de classement par importance basé sur les pratiques déficientes*, Actes du colloque DIDAPRO 2.