



HAL
open science

Clac ton proc, jeu ludique à l'usage de l'apprentissage des microprocesseurs

Sébastien Aubin, Poiraud Samuel

► **To cite this version:**

Sébastien Aubin, Poiraud Samuel. Clac ton proc, jeu ludique à l'usage de l'apprentissage des microprocesseurs. 7ème Colloque Interdisciplinaire en Instrumentation, Jan 2016, Saint-Nazaire, France. hal-01280206

HAL Id: hal-01280206

<https://hal.science/hal-01280206>

Submitted on 29 Feb 2016

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.

Clac ton proc, jeu ludique à l'usage de l'apprentissage des microprocesseurs

Sébastien Aubin¹, Samuel Poiraud¹

¹ ESEO Tech, ESEO, 10 bd Jean Jeanneteau, CS 90717, 49107 ANGERS Cedex

sebastien.aubin@eseo.fr / samuel.poiraud@eseo.fr

Abstract (*Clac ton proc, board game for learning microprocessors*)

This work presents a new educational game called "Clac ton proc". The idea is to enhance learning and motivate students based upon a board game for teaching multifaceted concepts at the end of training module. The main thematic is about microprocessor system. This game is developed to achieve better learning outcomes for engineering students. Three parts compose the game. In the first part, the students, grouped by 5, have to answer individually to question cards. Some of them need cooperation. In the second part, students have to write questions. The last part uses this new questions and more complex questions written by teacher to determine the winner. A description of the game is presented in this paper. The game-based learning was been analyzed to give feedback on this activity. Evaluation have been done before, after and few days later. Thus the activity's contribution is evaluated. Students' knowledge is stronger but not necessarily wider. Nevertheless this game was a good formative assessment. To put in a nutshell, the feedback of students and teachers were excellent. This game was a success.

1. Introduction

Dans le cadre d'un module de formation sur les systèmes à microprocesseurs pour une école d'ingénieur dans les technologies de l'information et de la communication, nous avons créé un jeu de questions/réponses appelé « clac ton proc ». Ce jeu intervient en fin de formation. Nous allons étudier dans cet article les objectifs qui nous ont conduits à créer un jeu et à choisir cette forme pédagogique permettant l'autonomie et la participation des étudiants. Ce jeu de synthèse, d'approfondissement et de restructuration des connaissances a été créé en 2011. Plusieurs promotions d'étudiants (entre 180 et 240 étudiants) ont participé à cette activité. Nous présenterons ensuite les raisons du projet, le contenu du jeu, la plus-value de cette activité, ainsi que le bilan positif à la fois pour les étudiants, l'équipe encadrante et la direction.

2. L'intérêt de ce jeu dans la formation pédagogique

L'enseignement dispensé dans ce module concerne les microprocesseurs. L'objectif pédagogique vise à fournir aux étudiants une compréhension fine des interactions entre le matériel et le logiciel d'un système informatique. Les étudiants doivent être capables d'échanger avec un public averti sur les systèmes à base de processeur. En détail, ce terme est pris au sens large. Il comprend la compréhension de langages informatiques et de leurs utilisations, la construction d'un système autour d'un processeur avec une compréhension du

système à différentes granularités, la mise en œuvre et la maîtrise des outils, la connaissance des principales technologies.

Cette formation autour des microprocesseurs s'étend sur 1 an : une première partie en fin de la première année du cycle ingénieur (semestre 6) et une deuxième partie en début de la deuxième année du cycle ingénieur (semestre 7). Cette première partie dure 51,25 heures et est répartie en 5 heures de cours magistral, 14 heures de travaux dirigés (TD) et 33,75 heures de mini-projet. La deuxième partie dure 71,25 heures, réparties en 8,75 heures de cours magistral, 17,50 heures de travaux dirigés et 45 heures de mini-projet. Le total de la formation est de 122,50 heures.

Chaque partie est évaluée avec un devoir sur table en fin de semestre et un ensemble de livrable (rapports, codes sources, maquettes, audites pendant les séances, soutenance orale) pour la partie projet. Le devoir sur table représente environ 1/3 de la note finale. Avant ce devoir, nous effectuons une activité bilan des informations générales assimilées pendant le module. Cette activité se fait en général une semaine avant l'évaluation.

A la fin de la formation d'ingénieur ESEO ; les étudiants seront capables d'échanger avec un public averti sur les systèmes à base de processeur, d'associer le vocabulaire technique du domaine en langue française et anglaise et d'écrire une documentation technique sur tout ou partie d'un système à processeur qu'ils auront conçu. Bien évidemment ces objectifs généraux ont été découpés en objectifs pédagogiques plus précis.

Le jeu que nous avons créé a permis de répondre aux objectifs suivants, par ordre de priorité, de :

- évaluer de manière formative leurs connaissances en fin de formation
- dialoguer et de reformuler les notions acquises
- relier les notions vues dans ce module avec d'autres thématiques
- approfondir certaines notions techniques déjà étudiées ou découvrir de nouvelles notions.

Par ailleurs, dans un TD les étudiants sont souvent en situation de suivre uniquement les consignes et d'attendre la correction. Le jeu est une forme de pédagogie permettant aux étudiants d'être acteur et autonome dans leur apprentissage [1].

3. Les détails du jeu « clac ton proc »

« Clac ton proc » est un jeu de type questions/réponses [1]. Pour comprendre dans son ensemble ce jeu, il faut tout d'abord comprendre ce qu'est un microcontrôleur. C'est un système informatique possédant un processeur et des périphériques (notamment de la mémoire et des interfaces d'entrées/sorties) qui sont rassemblés dans un même circuit intégré. L'ensemble du système est autonome. Différentes parties en électronique et en informatique composent un tel système

Pour répondre aux objectifs décrits à la fin de la partie précédente, « Clac ton proc » se compose de 3 phases de jeu. Lors de la première phase, l'objectif du jeu est le suivant : construire le microcontrôleur le plus puissant. Ce microcontrôleur est symbolisé sur une feuille individuelle, présente devant lui. Le premier joueur lance le dé et arrive sur une case correspondant à une thématique (architecture des processeurs et programmation, électroniques, périphériques, mémoire, bonus). Un autre joueur lit la question (Cf. Figure 1).

Si la réponse est correcte, il gagne un élément pour remplir la zone thématique prévue à cet effet, par exemple électronique. C'est ensuite au joueur suivant. Certaines questions sont des questions collaboratives où tout le monde peut répondre. Pour toutes les questions, le joueur peut demander de l'aide à un autre joueur grâce à un système de crédit de points de collaboration. Au bout d'un certain temps de jeu, ~1h30, les étudiants comptabilisent leurs points.

La deuxième phase demande aux étudiants d'écrire des questions sur la thématique de ce jeu. Ces questions serviront pour la dernière phase. Ces questions doivent être proches de la thématique de ce jeu.

La troisième phase se termine en affrontement entre les 3 meilleurs de la phase 1. Chaque joueur reçoit 3 questions (avec les questions des étudiants d'un autre groupe et quelques questions prévues préalablement). A son tour, ils doivent répondre à une question de leur choix. En cas de mauvaise réponse, le joueur est éliminé. Le dernier restant est déclaré comme le grand gagnant du groupe.



Figure 1 : Légende de la figure 1.

Le nombre de joueur autour d'une table peut être variable. Il se joue idéalement à 4 ou 5 personnes. Ce nombre permet de créer une dynamique dans le tour de jeu et de permettre des échanges audibles et intelligibles entre les participants.

Il est présenté comme une manière de faire un bilan et d'approfondir certaines connaissances. Il permet la reformulation à haute-voix du langage. Deux types de questions couvrent les objectifs suivants :

- Les questions auxquelles les étudiants sont censés avoir les réponses et qui permettent d'aborder de nombreux points non étudiés lors des activités
- Les questions annexes, qui ouvrent sur des informations plus précises ou qui élargissent le contour du simple module de formation. Elles permettent d'aborder de nombreux points non étudiés lors des activités précédentes, au-delà des ambitions initiales du cours. Elles nourrissent les plus aguerris qui retiendront ces détails et ces informations disparates qui sont difficiles à introduire dans un cours cohérent.

Sur la figure suivante (Figure 2) quelques exemples de carte illustrent les questions du jeu.

| | | |
|--|--|--|
| <p>Quelle est la différence entre un microcontrôleur et un microprocesseur ?</p> <p>Réponse :</p> <p>Un microcontrôleur contient un microprocesseur avec des périphériques, de la mémoire, etc. Le microcontrôleur est autonome et peut fonctionner seul contrairement au microprocesseur.</p> | <p>Je viens d'acheter un processeur de 12 watts. Mon voisin vient d'en acheter un de 60 watts. Son processeur est-il 5 fois plus puissant pour faire des calculs ?</p> <p>Réponse : On ne peut pas savoir. Ici le watt reflète la puissance électrique consommée par le processeur qui dépend de l'architecture, de la technologie de fabrication du processeur, de sa cadence, et de sa tension d'alimentation.</p> | <p>Un '0' logique correspond à un niveau bas. A quoi correspond-il physiquement ?</p> <p>Réponse : Pour un composant donné, le '0' logique est associé à une plage de tension (ou de courant). Par exemple, le 0 logique est considéré entre 0 V et 0.8 V ou entre -3 V et -15 V, etc. C'est une convention fixée par le circuit électronique conçu. Il existe cependant des standards (TTL, CMOS, BiCMOS, etc.).</p> |
| <p>J'ai un microcontrôleur 8 bits, qui possède un convertisseur analogique numérique 10 bits. Serais-je limité à 8 bits pour récupérer la valeur numérisée par le convertisseur ? Justifiez.</p> <p>Réponse :</p> <p>Non. Le convertisseur est alors conçu pour placer les 10 bits dans deux registres. Si l'on souhaite récupérer les 10 bits, la lecture sera faite en deux temps.</p> | <p>Définissez la notion de mémoire non volatile ?</p> <p>Réponse :</p> <p>Une mémoire qui garde son information quand on coupe l'alimentation.</p> | <p>A quoi sert le pipeline dans un processeur ?</p> <p>Réponse : circuit électronique permettant de traiter les instructions suivant le principe du travail à la chaîne pour éviter de perdre du temps. Le pipeline permet au processeur d'anticiper et lui permet de préparer les instructions suivantes pendant l'exécution courante.</p> |

Figure 2 : Exemple de cartes du jeu Clac ton proc pour les catégories suivantes et données de gauche à droite : architecture, architecture, électronique, périphériques, mémoire, bonus

Un cache est prévu pour masquer les réponses dans le cas où le joueur souhaiterait lire la question lui-même et dans le cas des questions collaboratives.

4. La valeur ajoutée de cette activité

Pour vérifier la plus-value de cette forme pédagogique, 5 mêmes questions simples ont été posées avant ce TD, après ce TD et pendant le devoir. Lors de cette dernière évaluation, 2 questions portaient exactement sur le même fond mais avec une forme différente. Avant et après le TD, les questions étaient identiques. Chaque étudiant avait à répondre individuellement à ce questionnaire. Un panel de 225 étudiants de première année d'ingénieur ont été pris pour ce test. 178 réponses complètes ont pu être analysées. Les étudiants ont été prévenus avant le TD qu'ils devraient répondre à des questions avant et après le TD et que les résultats ne feraient pas partie d'une évaluation normative. A aucun moment, il n'a été fait mention de réutiliser ces questions pour le devoir final. Le tableau 1 montre les moyennes, la note minimale, la note maximale, la note médiane et l'écart type pour les trois évaluations décrites précédemment (avant le jeu, après le jeu et lors du devoir).

Une 4ème colonne présente les notes des étudiants pour la partie connaissances générales, partie dans laquelle figure les 5 questions communes sur 12 questions. Ces notes ont été normalisées pour être comprise entre 0 et 1.

| | Avant CTP | Après CTP | DS questions CTP | DS partie questions générales |
|------------|-----------|-----------|------------------|-------------------------------|
| Moyenne | 0.52 | 0.60 | 0.69 | 0.58 |
| Min | 0.00 | 0.00 | 0.20 | 0.17 |
| Max | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Médiane | 0.50 | 0.60 | 0.70 | 0.58 |
| Ecart type | 0.21 | 0.19 | 0.19 | 0.18 |

Tableau 1 : Comparaison des résultats normalisés des étudiants avant, après clac ton proc (CTP) et lors du devoir surveillé final (DS).

Les résultats montrent que l'amélioration juste après le TD n'est pas flagrante. Néanmoins l'évolution est positive et non nulle (environ +15% sur la moyenne). Une nouvelle amélioration des résultats en devoir de 15% également est sûrement due à un effet de répétition de la question et à un effet de révision plus intense des étudiants pour l'examen.

D'après les résultats du devoir concernant la partie questions générales, nous observons que les notes sont plus basses quand nous prenons l'ensemble des questions que lorsque nous sélectionnons uniquement les résultats des questions de « clac ton proc ». Plus exactement, l'écart type, la note minimale et maximale sont assez proches entre les deux dernières colonnes du tableau. A l'inverse la moyenne et la médiane sont plus basses. Les 5 questions de « clac ton proc » faisaient partie du premier exercice contenant 12 questions générales sur le module microprocesseurs. Ces nouvelles questions, parfois plus difficiles, n'ont pas été aussi bien traitées par les étudiants. Les erreurs se sont produites de manière globale.

En regardant plus généralement les éléments des quatre colonnes, le fait d'avoir préparé les étudiants a permis de resserrer l'écart type et de remonter la note minimale. Néanmoins, nous aurions dû prendre un groupe témoin qui aurait effectué le test une première fois, les laisser ensemble pendant 2h00 puis faire faire de nouveau ce test. La comparaison des résultats donnés dans le tableau 1 avec ce groupe témoin aurait permis de mieux discerner le réel apport de ce jeu de formation.

Nous avons essayé de trouver une corrélation entre le score final des joueurs en fonction des notes données par leur architecture finale et la note du devoir sur table. Cependant, il est très difficile de trouver une corrélation entre ces deux notes. Le plateau de jeu, à la fois original et drôle permet d'obtenir des points sans forcément avoir de connaissance dans le domaine. Cet aspect ajoute une difficulté pour la comparaison des résultats mais permet de rendre l'activité plus ludique. Des cases ont été insérées sur certaines zones pour gagner des éléments de l'architecture.

Tous les joueurs n'ont pas forcément découvert les cartes avec les questions posées dans le formulaire. Par ailleurs le devoir ne fait pas qu'appel à l'acquisition de connaissance. Il demande aussi de comprendre et de maîtriser d'autres notions, certaines plus opérationnelles que théorique.

5. Retour des étudiants

Un sondage en fin du module de formation a permis d'avoir un retour des étudiants. Il est demandé aux étudiants de le remplir après les derniers devoirs et sur la base du volontariat. 108 étudiants ont répondu au sondage. 79 réponses sont exploitables car complètes. Les 29 réponses non exploitables correspondent à des évaluations commencées mais non validées par les étudiants. Les résultats sont traités de manière anonyme. Le nombre de réponse à ce sondage est donc représentatif de l'ensemble de la promotion : 35% des réponses (pour rappel, nous avons 225 étudiants en première année d'ingénieur au moment de l'étude).

| Avis par rapport à la question | Avez-vous apprécié jouer à "Clac ton proc" ? | Considérez-vous cette forme de révision comme utile ? | Avez-vous appris des choses grâce à ce jeu ? |
|--------------------------------|--|---|--|
| Très satisfaisant | 46 | 41 | 39 |
| Satisfaisant | 35 | 38 | 39 |
| Correct | 15 | 15 | 16 |
| Insatisfaisant | 4 | 6 | 6 |
| Très insatisfaisant | 0 | 0 | 0 |

Tableau 2 : Avis des étudiants en pourcentage pour 3 questions concernant le jeu « Clac ton proc ».

Globalement cette activité est un franc succès. Au final, ce jeu est plébiscité par les étudiants. Les points positifs sont qu'ils trouvent l'activité plaisante. Ils sont satisfaits de la forme proposée. D'après ce sondage, nous pouvons constater qu'ils estiment que ce jeu est un moyen utile pour réviser et apprendre de nouvelles notions dans ce module de formation. Dans les faits, nous avons pu effectivement constater un impact positif qui concorde avec ces chiffres.

Sur le fond, le principal retour concerne la difficulté des questions. Certaines notions échappent aux étudiants s'ils ne reviennent pas dessus ultérieurement. Hors des questions peuvent sembler simples à répondre pour une personne qui a révisé son cours avant de venir à ce TD mais beaucoup plus compliquées si l'étudiant n'a pas fait l'effort de commencer ses révisions préalablement. Cependant, il se rend compte des connaissances et de certaines compétences qu'il n'a pas acquises.

6. Retour des enseignants et de l'institution

Le TD se passe dans une ambiance de travail plus détendue. Les étudiants sont dans le jeu sauf quand tous les étudiants d'un groupe ne savent pas répondre à toutes les questions. Dans ce cas, ils sont démotivés mais globalement continuent l'effort de jouer. Les remarques et les dire des étudiants permettent d'être très humble entre les objectifs pédagogiques souhaités et ce qui est vraiment acquis et compris sur le long terme par les étudiants.

Les questions étaient peut-être un peu trop dures dans le sens où c'était des questions pour des personnes qui avaient révisées et avaient bien compris le cours. Leurs connaissances sont souvent fragiles. Ils ne sont pas habitués à des exercices qui nécessitent

de reprendre rapidement des notions vues précédemment sans y être préparés. L'avantage est également de pouvoir encadrer un groupe beaucoup plus grand. Un enseignant peut encadrer 72 personnes sans difficulté. Les étudiants sont autonomes, l'enseignant est présent pour apporter des réponses et des précisions en cas d'incompréhension de la question ou de la réponse. Cette activité peut se faire également à des moments où il est plus difficile d'attirer l'attention des étudiants, comme le vendredi après-midi. Même dans cette situation, le jeu se passe toujours très bien.

Ce jeu engendre de nombreuses interactions et échanges entre les étudiants. La présence d'un enseignant naviguant de groupe en groupe permet de préciser le vocabulaire souvent approximatif utilisé par les étudiants. Lors de la seconde phase du jeu, nous avons observé qu'il était difficile pour des étudiants de rédiger eux-mêmes des questions et leurs réponses. Il n'est pas rare d'observer une question qui n'a pas de sens ou avec une réponse fausse.

7. Conclusions et perspectives

Dans cet article, nous avons étudié le programme pédagogique de la formation des microprocesseurs. Nous avons présenté notre démarche visant à dynamiser un TD pour faire le bilan de connaissance dans un domaine. Elle s'appuie sur l'utilisation d'un jeu développé par nos soins.

Nous avons ensuite présenté ce jeu avec ces différentes caractéristiques. L'objectif du joueur est de construire un microcontrôleur le plus puissant possible en répondant correctement à des questions.

Dans cette expérimentation, nous avons pu constater que l'ensemble des élèves se prête au jeu. Il confronte les étudiants à leur niveau de connaissance. Une méthodologie séparant la promotion en plusieurs parties permettrait d'effectuer une analyse plus fine de l'apport d'un tel TD : un groupe effectuant un TD plus traditionnel, un autre groupe effectuant le TD clac ton proc et un dernier ne faisant pas de TD. Une évaluation pertinente est ensuite faite. Elle doit être menée en marge d'un travail de préparation intensif des étudiants pour cette épreuve. La comparaison des résultats nous renseigne sur l'activité qui permet d'en apprendre plus.

Dans notre étude, le panel de questions aurait pu être plus étoffé. Même si les premiers résultats montrent que ce n'est pas uniquement cette activité qui aide l'étudiant à acquérir sur le long terme des connaissances et compétences, elle y participe, le tout dans la bonne humeur et avec envie. Elle permet de faire une nouvelle itération d'apprentissage. En conséquence, nous sommes fiers d'avoir mené ce travail pédagogique qui est globalement positif. L'efficacité de l'activité est difficile à démontrer : pouvons-nous sacrifier un groupe d'étudiants en leurs demandant de ne pas faire le TD pour mieux satisfaire notre curiosité pédagogique ?

Le jeu sérieux ou serious game en anglais est une forme pédagogique présentant un caractère vidéoludique. Il existe différents types de jeux sérieux en fonction de l'usage pour lequel il est destiné. [2, 3]. Depuis une dizaine d'années, beaucoup de jeux ludo-éducatifs – jeux alliant à la fois l'aspect ludique et l'aspect éducatif se sont développés. Certaines entreprises se sont spécialisées dans la création de ce genre de produit. Un des futurs objectifs est de faire de ce jeu un serious game.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier les étudiants qui ont participé à cette expérimentation.

Bibliographie

- [1] Do Marcolino PM. Les fiches outils du formateur, Editions d'Organisation, pp 196-202, (2010)
- [2] Alvarez J., Djaouti D. Introduction au serious game, Questions Théoriques, 978-2917131084 (2010)