



**HAL**  
open science

## Etude d'une séance d'apprentissage En électronique avec un logiciel professionnel de CAO et de simulation

Fifi Hassani, Philippe Briaud

### ► To cite this version:

Fifi Hassani, Philippe Briaud. Etude d'une séance d'apprentissage En électronique avec un logiciel professionnel de CAO et de simulation. 7ème Conférence sur les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH 2015), Jun 2015, Agadir, Maroc. pp.71-76. hal-01405934

**HAL Id: hal-01405934**

**<https://hal.science/hal-01405934>**

Submitted on 30 Nov 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.

# Étude d'une séance d'apprentissage en électronique avec un logiciel professionnel de CAO et de simulation

Fifi Hassani, Philippe Briaud  
CREN, Université de Nantes, France  
fifi.hassani@univ-nantes.fr, philippe.briaud@univ-nantes.fr

**Résumé.** Les logiciels professionnels de CAO et de simulation sont les principaux outils utilisés en travaux pratiques dans l'enseignement de l'électronique. Ces logiciels à travers leurs fonctionnalités diverses, permettent aux apprenants d'acquérir des connaissances en électronique. Ils possèdent de vraies caractéristiques techniques mais leurs usages didactiques peuvent s'avérer inadaptés. Notre objectif dans un premier temps, est d'analyser d'un point de vue didactique le processus d'apprentissage de savoirs en électronique des élèves, lorsqu'ils manipulent un outil qui est à la fois le support et l'objet d'apprentissage. Nos premiers résultats montrent que les difficultés rencontrées par les élèves dans cette situation d'apprentissage sont les mêmes que dans un TP classique et que leur intérêt pour la discipline enseignée, pourrait être contrarié par leurs difficultés à manipuler le logiciel de CAO.

**Mots-clés.** CAO, apprentissages, simulation, travaux pratiques, problématisation, électronique.

## 1 Introduction

Nos recherches ont pour objectif l'étude de l'usage des ordinateurs comme instruments de laboratoire [3] dans l'enseignement de l'électronique. En effet, la contrainte technologique et les nouvelles politiques adoptées, obligent certaines filières de l'enseignement à utiliser des moyens informatiques destinés au départ à un public autre que nos élèves. Ainsi, ces outils professionnels sont institutionnalisés [4] et sont exploités en classe, comme un moyen de réaliser les travaux pratiques. C'est le cas du logiciel professionnel de CAO et de simulation Proteus<sup>TM</sup>. Ce logiciel propose un certain nombre de fonctionnalités en simulation, comme la conception (virtuelle) de circuits et de montages électriques ou électroniques, la conception de PCB<sup>1</sup>, la mesure de grandeurs électriques, la visualisation de graphiques et de courbes .... C'est à ce titre que, la simulation « *se situe au même niveau que l'expérimentation* [2].

---

<sup>1</sup> PCB : Un **circuit imprimé** (ou **PCB** de l'anglais *Printed circuit board* ) est un support, en général une plaque, permettant de maintenir et de relier électriquement un ensemble de composants électroniques entre eux, dans le but de réaliser un circuit électronique complexe. On le désigne aussi par le terme de **carte électronique**. ([http://fr.wikipedia.org/wiki/Circuit\\_imprim%C3%A9](http://fr.wikipedia.org/wiki/Circuit_imprim%C3%A9) )

Le logiciel est ainsi exploité comme un outil pédagogique permettant des simulations en remplacement des TP classiques. Les élèves peuvent effectuer le brochage de circuits intégrés et de l'ensemble de composants électroniques ou électriques, effectuer des mesures à l'aide de voltmètres ou d'ampèremètres, afficher des graphiques sur des oscilloscopes, brancher des générateurs de tension ...mais de façon virtuelle.

Dans cette situation d'apprentissage nous nous intéressons plus particulièrement au processus de problématisation des élèves. Notre étude présente deux facettes : la première concerne l'apprentissage du logiciel en tant qu'outil informatique et principal moyen de réalisation de manipulations virtuelles de montages électriques. Dans ce cas les apprenants mobilisent certaines compétences informatiques pour exploiter au mieux le logiciel [7] et nous nous centrons sur les processus qu'ils mettent en place comme la recherche d'informations exploitables, la structuration de leurs actions à partir des compétences acquises dans le domaine et enfin les choix d'actions possibles [5]. La deuxième facette de notre travail porte sur l'apprentissage de la discipline et de certaines compétences professionnelles liées à l'électronique. Les élèves font appel à leurs connaissances dans la discipline pour tenter de résoudre des problèmes qui leur sont donnés sous forme de travaux pratiques. Ils ont pour objectifs de vérifier par simulation le fonctionnement de certains dispositifs électriques ou électroniques. Dans ce deuxième volet de notre étude, en plus de l'analyse du processus d'apprentissage du savoir visé, nous tenterons de décrire la démarche des élèves avec l'outil de simulation informatique et comment ces apprenants se réfèrent à leurs connaissances disciplinaires et leurs compétences informatiques dans une telle situation d'apprentissage [3].

Dans cet article nous exposerons la première phase de notre travail de recherche qui a pour objectif de faire un état des lieux de l'apprentissage avec le logiciel de simulation Proteus<sup>TM</sup>. Nous focalisons notre étude sur l'analyse d'une séquence de TP ordinaire.

## **2 Un logiciel de CAO et de simulation informatique comme solution pédagogique**

Proteus<sup>TM</sup> est le logiciel utilisé en TP pour l'enseignement des disciplines liées à l'électronique au niveau de tous les lycées de l'académie de Nantes, avec comme argument principal, celui d'une fonctionnalité technique<sup>2</sup>, qu'il a intégré avant les autres logiciels du même type. Nous retrouvons ici une description de ce que Bruillard et Baron ont caractérisé d'instrument disciplinaire, [4]. Quant à la caractéristique de la simulation, elle reste dans ce type de TP, le moyen pour les élèves de vérifier et de visualiser le résultat de leurs manipulations. La simulation est la réponse du système conçu. L'ordinateur dans ce cas n'est qu'un outil de laboratoire

---

<sup>2</sup> Ce logiciel a intégré la possibilité de travailler sur les microcontrôleurs avant d'autre logiciel du même type.

« où les compétences informatiques nécessaires semblent réduites à une part négligeable... [1]. Néanmoins cette situation d'apprentissage mobiliserait un certain nombre de savoirs et de savoir-faire associés à l'utilisation de moyens informatisés, (Richoux et al, 1992). Dans cette situation, où l'action l'emporte souvent sur la réflexion, le point de vue piagétien viendra argumenter un apprentissage par l'action. La simulation, qui est à la fois objet de savoir et le moyen de l'acquérir, est l'action qui permet l'acquisition de la connaissance visée.

### 3 Contexte et Méthodologie de l'étude

L'étude que nous réalisons est une analyse d'une séance ordinaire de travaux pratiques. Le TP est proposé aux élèves de première SI spécialité Génie électronique d'un lycée général à Nantes, dont la moyenne d'âge est de 16 ans. Il s'agit pour ces élèves de résoudre trois exercices sur des compteurs numériques avec le logiciel Proteus™.

Nous avons effectué un enregistrement vidéo des écrans d'ordinateurs à l'aide du logiciel Camstudio™. La Durée moyenne des enregistrements est de 44 mn. Nous avons aussi utilisé les logiciels Audacity™ et Adobe audition™ pour traiter le signal audio et le rendre exploitable ainsi que Photoshop CS™ pour travailler nos images. Le résultat est un ensemble de transcriptions et d'images tel un storyboard qui décrit les actions des élèves. Aucun protocole n'est imposé dans cette étape, nous sommes qu'observateurs.

### 4 Description de l'activité d'apprentissage

Les élèves disposent durant le TP d'un poste individuel, sur lequel est installé le Logiciel Proteus™, sous Windows XP. Le TP rédigé sur un document est structuré en trois exercices conçus autour de trois conditions :

- Le premier exercice consiste en la réalisation d'un montage avec le circuit 4518 qui est un double compteur BCD. Les élèves doivent reproduire sous Proteus™ le schéma du compteur et simuler son fonctionnement puis le modifier pour que le compteur soit actif sur front montant.
- Le deuxième exercice consiste à réaliser un compteur avec le circuit 4520 (circuit similaire au 4518), actif sur front descendant. Le 4520 étant un double compteur binaire<sup>3</sup> 4 bits<sup>4</sup>.
- Le dernier exercice, plus complexe, consiste à utiliser un circuit 4510 qui est un compteur / décompteur BCD<sup>5</sup> paramétrable. Très différent des deux premiers circuits, ce dernier montage doit être câblé pour compter de l'état 4 à l'état 8.

---

<sup>3</sup> **Compteur binaire** : C'est un compteur dont les sorties s'affichent en système binaire.

<sup>4</sup> **Bit** : (contraction de **B**inary **D**igit) C'est l'unité la plus simple dans un système de numération, ne pouvant prendre que deux valeurs, désignées le plus souvent par les chiffres **0** et **1**

Afin de guider les élèves, l'enseignant leur propose différentes activités, telles que :

- \* Interpréter le schéma électrique fourni, pour que les élèves se familiarisent avec la lecture des schémas synoptiques des compteurs et des symboles utilisés en logique séquentielle,

- \* Modifier le montage pour obtenir le fonctionnement recherché,

- \* Relever le tracé du chronogramme et l'interpréter.

Nous pouvons classer la résolution de ces exercices suivant deux types de difficultés. La résolution des exercices 1 et 2 présente le même type de difficultés. Il s'agit pour les élèves de reconnaître l'état sur lequel le compteur est actif et de modifier le câblage proposé afin que le dispositif fonctionne avec les conditions définies dans le cahier des charges. La résolution de l'exercice 3 est plus complexe car elle nécessite que l'élève sache analyser le signal de sortie du dispositif proposé dans l'énoncé, pour modifier son câblage en ajoutant un circuit externe et en injectant sur l'entrée du compteur le nouveau signal de sortie obtenu. Ce nouveau fonctionnement devant répondre au cahier des charges.

## **5 Analyse de la séance et modélisation de la démarche des élèves avec le simulateur**

Nous présentons notre analyse sur les 3 types de connaissances du référentiel d'apprentissage en SI : Les connaissances en informatique, en électronique et en simulation, puis nous modéliserons la démarche des élèves avec le simulateur.

### **5.1 Les connaissances en informatique**

Notre analyse des enregistrements vidéo montre que les élèves manipulent avec aisance l'outil informatique pour explorer l'environnement Windows XP. Cette connaissance est un pré requis nécessaire au bon déroulement du TP. Ils sont capables d'identifier un fichier informatique par son nom, de différencier les fichiers selon leur extension et de les localiser dans une arborescence de dossiers ou de fichiers informatiques.

### **5.2 Les connaissances en électronique**

Dans cette catégorie nous avons classé toutes les connaissances théoriques ou pratiques (symboles, relations, schémas, etc.) que les élèves utilisent pour résoudre les exercices proposés et notamment lorsqu'ils réalisent le brochage des différents circuits des compteurs.

---

<sup>5</sup> **BCD** : se traduit en français par décimal codé en binaire. C'est un système de numération où les nombres sont représentés en chiffres décimaux et chacun de ces chiffres est codé sur quatre bits.

### 5.3 Les connaissances en simulation

Les résultats sont classés en deux sous catégories, les connaissances liées à la manipulation de Proteus<sup>TM</sup> et à la simulation.

**La manipulation du logiciel Proteus<sup>TM</sup>.** Les élèves mobilisent leurs habilités informatiques pour évoluer dans l'environnement du logiciel Proteus<sup>TM</sup>. Ils exploitent l'interface (bibliothèque, boîte à outil, menu contextuels, sous menus...) en s'engageant dans une série d'essais et d'échecs pour rechercher leurs composants et pour paramétrer les dispositifs. Ils apprennent ainsi à interpréter certains 'indices' dans leur fiche de TP et à respecter la syntaxe propre au logiciel. Les élèves emploient une terminologie très rudimentaire, par exemple au lieu de nommer une fonction, c'est plutôt le dessin (cryptogramme) sur l'icône qui est décrit.

**La simulation avec le logiciel Proteus<sup>TM</sup>.** Pour les élèves, c'est le fait d'actionner le bouton 'Play'. Nous avons remarqué deux types de lacune chez ces élèves : D'une part, il paraît inimaginable pour eux d'introduire un nouvel élément autre que les composants constituant le montage schématisé sur la fiche du TP. Dans notre cas, c'est l'ajout d'une porte NON qui leur a posé problème. Pour eux, c'est le logiciel qui 'fait tout'. Il suffit de reproduire le montage sous Proteus<sup>TM</sup> et d'appuyer sur le bouton Play pour que le compteur se mette à fonctionner ! La deuxième difficulté est en lien direct avec le logiciel qui est conçu pour communiquer<sup>6</sup> avec des professionnels. En effet, les messages d'erreur délivrés par le logiciel aux opérateurs, ont un contenu très technique que des lycéens n'arrivent pas à interpréter. D'ailleurs, ces messages sont ignorés par eux au cours de la simulation. Ce type de logiciel n'offre pas de guidage dans le parcours d'apprentissage. Les messages délivrés ne permettent pas aux élèves de se corriger car ils n'utilisent pas ce feedback. Ils se contentent de refermer les fenêtres de messages sans lire son contenu. Nous avons même constaté de « vraies fausses » simulations, comme lorsque le montage est correctement câblé d'un point de vue électrique mais que son fonctionnement ne répond pas aux exigences de l'exercice.

### 5.4 Modéliserons la démarche des élèves avec le simulateur

Notre analyse et nos observations de la séance de TP nous permettent de modéliser la démarche des élèves avec le simulateur. Les schémas que nous présentons dans cette section montrent l'articulation entre les différentes tâches effectuées par les élèves pour la résolution des exercices. Cette modélisation est importante, car elle met en évidence notamment dans la résolution de l'exercice 3, la rupture et le blocage rencontrés par les apprenants pour le résoudre.

## 5 Conclusion

Dans l'enseignement de la technologie d'une façon générale, la simulation informatique remplace l'expérimentation en laboratoire ou en atelier, c'est une

---

<sup>6</sup> La communication se faisant à travers l'interface sur des boîtes de dialogue.

solution technique et économique. Elle prend l'aspect d'une 'rénovation' de l'enseignement. Dans le TP, au « côté matériel » a été substitué l'ordinateur. Nos résultats montrent que les difficultés des élèves dans cette séance sont celles que l'on retrouve dans des situations d'apprentissages en TP sans ordinateur, [7]. Cela pourrait paraître réconfortant par rapport au choix des politiques de l'enseignement mise en place, mais notre deuxième constat nous semble inquiétant car l'intérêt des élèves pour la discipline enseignée, semble masqué par leurs difficultés à manipuler le logiciel de CAO. Ils sont dans l'action pour faire fonctionner le logiciel et ils ne prennent pas le temps de 'réfléchir' et de construire le problème posé. Les exercices proposés aux élèves dans ce TP sont caractéristiques d'une pédagogie comportementaliste. L'environnement « ProteusTM » a complexifié l'apprentissage, car justement il ouvre le champ des possibles et les élèves sont désorientés. Bruillard et Baron décrivent cela comme un risque d'errances suite à des manipulations inadaptées, [4].

Le questionnement qui doit guider les élèves vers la solution utilise les données de la simulation. Il leur permet de résoudre les deux premiers exercices mais pas d'interpréter les résultats de la simulation pour résoudre le troisième. Le TP avec simulateur doit être pensé dans une nouvelle forme adaptée à ce nouveau mode d'apprentissage : « *La situation de simulation nécessite une transposition de l'environnement de référence et de l'action, de la tâche attendue dans la situation didactique, d'un modèle des interactions avec l'environnement et avec les acteurs réels ou simulés dans le dispositif* » [6].

## Références

1. Beaufils, D Des connaissances informatiques pour les sciences physiques ? In actes du colloques l'intégration de l'informatique dans l'enseignement et la formation des enseignants, paris : INRIP -EPI, 244-247. 1992.
2. Beaufils, D (coord), Durey, A. 1998. L'ordinateur dans l'enseignement des sciences physiques : Question de didactiques. In Actes des 8ème Journées nationales, Informatique et Pédagogie des Sciences Physiques. Disponible sur le web : <<http://www.inrp.fr/Tecne/Rencontre/Jipsp8/Jipsp8.htm#EXPOSÉS>>. p.63-74.
3. Beaufils, D. & Richoux, H. 1999. L'expérimental dans la classe. Aster N° 28, pp 3-8. 1999. Disponible sur le web : <<http://documents.irevues.inist.fr/handle/2042/8554>>.
4. Bruillard, E. & Baron, G-L. 2006. Usages en milieu scolaire: caractérisation, observation et évaluation. In Grandbastien, M & Labat, J-M (dir.), Environnement informatique pour l'apprentissage humain, Traité IC2, Lavoisier, Paris, p. 269-284.
5. Musquer, A. 2011. Les inducteurs de problématisation : une aide à l'élaboration de situations problèmes. Les dossiers des Sciences de l'éducation (CREFI), n°25, pp107-124.
6. Pastré, P. Parage, P. Richard, J-F. Sander, E. Labat, J-M & Fattersa, M. 2009. La résolution de problèmes professionnels sur simulateur 1. Revue activités[en ligne], avril 2009, vol. 6, n° 1. Disponible sur le web : <<http://www.activites.org/sommaires/v6n1.html>>.
7. Richoux, H. Beaufils, D. & Cangilhem C. 1999. Savoir et savoir-faire associés à l'utilisation d'instruments informatisés dans des activités informatisées dans des activités de travaux pratiques de physique. Aster, n°= 28, pp 131-147. Disponible sur le web : <<http://documents.irevues.inist.fr/handle/2042/8554>>.ISSN 0297-9373>.
8. St-Georges, M & Richoux, H. 2006. Observer, analyser, expérimenter : des temps forts dans un scénario de formation des professeurs de physique-chimie, Colloque : Formation d'enseignants : Quels scénarios ? Quelle évaluation ? IUFM de Versailles, Mars 2006.