

Mode de raisonnement des apprenants relatif à la conception des microcontrôleurs : cas des élèves tunisiens de classe terminale

RADHIA HOUIMLI, CHIRAZ BEN KILANI

*Institut Supérieur de l'Éducation et de la Formation Continue
Laboratoire EDIPS, ISEFC, Tunis
Tunisie
radhia.houimli@yahoo.fr
chiraz.benkilani@isefc.rnu.tn*

ABSTRACT

This research aims at analyzing learners' reasoning modes related to microcontrollers. In fact it is to study the process of conceptualization during the development of an algorithm and a program in order to implement it in the programmable circuit, microcontroller 16F84 among students in the final class of technical science section (17-18 years). The theoretical framework in which we tried to analyze the students' production is that of the theory of conceptual fields. To understand the origins of filiations and the breaks of this process, we proposed a questionnaire to analyze the schemes mobilized by students in terms of concepts - in-action and theorems-in-action. We interviewed 28 students in total. The analysis of students' answers, we found that teaching and learning situations chosen by the teacher will be crucial for learning and planning may not be an obstacle.

KEYWORDS

Concept, conceptual, schemes, theorem-in-action, concept-in-action, microcontroller

RÉSUMÉ

Ce travail s'inscrit dans le cadre des recherches en didactique de la technologie et vise à analyser les modes de raisonnement des apprenants relatifs aux microcontrôleurs. En fait il s'agit d'étudier le processus de conceptualisation au cours d'élaboration d'un algorithme et d'un programme en vue de l'implanter dans le circuit programmable, le microcontrôleur 16F84 chez les élèves de la classe terminale de la section sciences techniques (17 -18 ans). Le cadre théorique dans lequel nous avons essayé d'analyser la production des élèves est celui de la théorie des champs conceptuels. Pour comprendre les origines des filiations et les ruptures du processus de conceptualisation, nous avons proposé un questionnaire suivie d'entretiens pour analyser les schèmes mobilisés par les élèves en termes de concepts- en- acte et théorèmes- en- acte. L'analyse des résultats nous a permis de dire que le choix des situations d'enseignement apprentissage choisies par l'enseignant seront déterminantes en faveur de l'apprentissage et que la programmation peut ne pas constituer d'obstacles.

MOTS-CLÉS

Concept, conceptualisation, schèmes, théorème-en-acte, concept-en-acte, microcontrôleur

INTRODUCTION

L'éducation en Tunisie a toujours été considérée comme un des principaux indicateurs du niveau de développement. Le système éducatif tunisien a fait l'objet d'une réforme en 1991. Depuis, les programmes officiels, notamment celui de la section sciences techniques, ont connu des changements durant les années (1998, 2002, 2005, 2008) afin d'en améliorer l'aspect quantitatif et qualitatif. Ce changement permet, entre autre, le suivi de l'évolution que connaissent les industries au niveau des produits présentés sur le marché et répond à l'évolution de l'électronique et cherche à garantir un rapport qualité/prix. Le dernier changement du programme officiel de la section sciences techniques était en 2008 où de nouveaux modules tels que les circuits programmables « Microcontrôleurs « 16F84 » ont été intégrés et où se manifeste l'enjeu essentiel de l'éducation technologique qui permet : « *la compréhension de notre environnement technique fabriqué* » (Ginestié, 2005, p. 2). L'impact de l'évolution technologique et ses conséquences sur l'enseignement, peuvent être vus dans l'introduction de ces composants numériques (Maurin, 1993, p. 13). Le concept microcontrôleur est en étroite relation avec la programmation informatique et la microélectronique. Dans le programme officiel tunisien, les élèves des classes terminales doivent être capables d'« *élaborer un programme spécifique à une application à base de microcontrôleur* » (Programme Officiel Tunisien, 2008). Néanmoins, l'écriture d'un programme est la première difficulté de l'enseignement des microprocesseurs et des microcontrôleurs (Hamrita, Potter & Bishop, 2010). De plus, l'apprentissage du langage de programmation des microcontrôleurs ne représente qu'un aspect de l'enseignement de ces composants.

Ce travail vise à analyser, chez les élèves, les processus d'élaboration d'un algorithme et étudier les filiations et les ruptures de leurs connaissances en s'appuyant sur la théorie des champs conceptuels comme cadre théorique d'analyse.

CONTEXTE DE L'ÉTUDE

L'enseignement relatif aux microcontrôleurs est basé sur l'approche structurelle de l'étude des objets « *comment c'est fait, comment ça marche* » (Laisney, Pomares & Ginestié, 2011, p. 10). Le concept microcontrôleur est lié à celui d'algorithme et de programmation. À cet égard, il n'y a pas une recette pour écrire l'algorithme d'une application spécifique.

La séance d'enseignement, telle qu'elle est conçue, est une altération entre des activités, des manipulations et le cours. Les élèves des classes terminales de la section sciences techniques apprennent, tel que mentionne le programme officiel, des notions de base sur les instructions de l'algorithme et sur le langage de programmation mikropascal. Le manuel d'activités, vu la nature des applications proposées, ne permet pas à l'apprenant de concevoir un algorithme (Mzoughi, et al., 2007a, 2007b). Les applications portent essentiellement sur la lecture du cahier des charges d'un système en mettant à la disposition des élèves l'algorithme et le programme.

Éléments de références

L'unité de commande : le microcontrôleur

Le microcontrôleur est un circuit programmable, conçu pour être une unité de commande d'un système automatisé vue le microprocesseur à l'intérieur (Microchip, 2002). D'un point de vue

théorique, une unité de commande organise les actions d'un système par le traitement successif des données et donne des ordres nécessaires pour provoquer les comportements attendus.

Programmation

« Programmer, c'est passer d'un problème sur des objets du monde au texte d'un programme exécutable par un langage informatique donné » (Pair, 1988). La programmation est un savoir-faire, un résultat d'une combinaison d'opérations mentales pour résoudre un problème (Raynal & Rieunier, 1997). Or, l'acquisition des savoir-faire est un aspect un peu méprisé dans l'enseignement, ce qui explique d'ailleurs que l'enseignement technique soit trop souvent considéré comme une formation de seconde zone (Pair, 1988).

Quelques études empiriques

Charles Duchâteau (1990) a montré que la programmation informatique est classée comme étant une discipline difficile à faire apprendre et à enseigner.

Il distingue alors deux concepts clés :

1. la distance cognitive qui sépare les objets de l'univers de la tâche de leur formalisation.
2. les distances articulatoires qui sont les difficultés à adapter l'intention de l'utilisateur aux commandes disponibles, et à interpréter l'état du système à partir de l'état de l'interface.

Établir un programme consiste alors à passer par les étapes suivantes :

1. "Quoi faire" : il s'agit de définir précisément la tâche à automatiser pour parvenir aux spécifications du programme (Duchateau, 1990, p. 17).
2. "Comment faire" : il s'agit de construire un modèle « fiable » de la structuration temporelle de la tâche à effectuer. C'est en fait chercher à abstraire une stratégie permettant l'automatisation de la tâche.
3. "Comment faire faire" : il s'agit de décrire cette stratégie sous une forme compréhensible de l'exécutant-ordinateur par des opérateurs de flots de contrôle (conditionnelle, itération) et des structures de données informatiques, avec pour conséquence des erreurs « temporelles ».

De plus, pour faciliter la programmation du circuit, quelques chercheurs ont conçu des Kits spécialisés. Dans ce sens, certains chercheurs (Sirowy et al., 2103) ont développé le microcontrôleur virtuel (V μ C) qui aide les élèves à débiter en programmation. Les élèves apprennent ainsi les concepts les plus importants, à savoir les interruptions, les temporisations, l'UART. Dans cette recherche, les auteurs ont implanté ce V μ C sur plusieurs périphériques physiques et ils ont préparé un cours introductif pour un certain nombre de laboratoires qui utilisent le V μ C.

L'enseignement apprentissage du module « les microcontrôleurs » ne sera efficace que si l'apprenant réalise lui-même des applications de la vie courante, voir l'exécution réelle de son programme (Hamrita, Potter & Bishop, 2010). Cette étude a été effectuée sur un ensemble d'étudiants de premier cycle et de cycles supérieurs de l'Université de Géorgie. Les cours suivis par ces étudiants étaient des cours basées sur la programmation et la mise en œuvre des microcontrôleurs. Ces cours avaient permis de donner aux étudiants les outils nécessaires et le savoir-faire de la technologie des microcontrôleurs.

Problématique et questions de recherche

Les recherches mettent en exergue, que la principale difficulté chez les apprenants de la technologie numérique, est la programmation. Cependant, la plupart de ces recherches mettent l'accent sur les méthodes pour dépasser cet obstacle beaucoup plus que la compréhension du processus cognitif des apprenants. Nous nous intéressons, alors, à comprendre comment l'élève transforme-t-il une situation concrète en un algorithme ? Et à se demander si cet algorithme est exécutable par le circuit microcontrôleur ?

Notre étude se veut être en premier lieu un moyen d'appréhender et de clarifier la problématique du développement du processus d'apprentissage et de conception des savoirs de programmation, pour des élèves de terminale section sciences techniques.

Notre approche fait appel à la théorie des champs conceptuels qui fournit un cadre théorique aux recherches sur les activités cognitives complexes, notamment celles qui relèvent des sciences et des techniques (Vergnaud, 1991). C'est à travers cette théorie que nous cherchons à expliquer le processus de formation du concept algorithme et programmation ainsi que leur utilisation.

CADRE THÉORIQUE

Il nous semble important alors de rappeler brièvement quelques éléments de la théorie des champs conceptuels : « *une théorie cognitiviste qui vise à fournir un cadre cohérent et quelques principes de base pour l'étude du développement et de l'apprentissage des compétences complexes notamment celles qui relèvent des sciences et des techniques* » (Vergnaud, 1991). Le champ conceptuel est un ensemble de situations (des situations pour lesquelles le sujet dispose dans son répertoire, à un moment donné de son développement et sous certaines circonstances, des compétences nécessaires au traitement relativement immédiat de la situation et des situations pour lesquelles le sujet ne dispose pas de toutes les compétences nécessaires) dont le traitement implique la mise en œuvre du concept [un triplet $C = (S, I, S)$ - S : l'ensemble des situations qui donnent du sens au concept ; I : l'ensemble des invariants sur lesquels repose l'opérationnalité des schèmes (le signifié) ; S : l'ensemble des formes langagières et non langagières qui permettent de représenter symboliquement le concept, ses propriétés et les procédures de traitement (le signifiant)] et d'ensemble des concepts en étroite relation ainsi que l'ensemble des théorèmes qui permettent l'analyse de ces situations (Vergnaud, 1991). C'est pourquoi, l'objectif principal de la théorie des champs conceptuels est de comprendre les ruptures et les filiations (les passages conceptuels difficiles des caractéristiques de la tâche dont le changement de valeur favorise des changements de procédure chez les élèves (Laborde, 2007) entre les schèmes évoqués par des situations de complexité différentes. Nous considérons que la tâche est : « *une situation dans laquelle une personne a un problème à résoudre ou un but à atteindre* » (Le Ny, 1996, p. 775). Une tâche est donc ce que le sujet doit faire pour résoudre une situation. La succession articulée des situations et leurs variétés facilitent la construction du processus d'élaboration pragmatique de la conceptualisation d'un algorithme ou d'un programme. Par conséquent, chaque situation contribue à ce que l'élève donne du sens aux concepts étudiés. Il utilise alors des concepts et des théorèmes, quelques fois explicites, quelques fois « en acte ». En d'autres termes, des concepts opératoires mais implicites. Il construit donc des schèmes qui reposent sur une conceptualisation implicite.

De plus, ces schèmes sont accompagnés des processus de contrôle qui permettent une adaptation du schème pendant l'activité en fonction des modifications qui peuvent survenir. « Les

schèmes sont souvent efficaces, mais pas toujours effectifs. Lorsqu'un enfant utilise un schème inefficace pour une certaine situation, l'expérience le conduit soit à changer de schème, soit à modifier ce schème » (Vergnaud, 1991).

En contrepartie, il faut que les schèmes s'adaptent à des situations extraordinaires et inhabituelles. Un schème est nécessairement composé de quatre composantes :

- Un but (doit être précis et conscient).
- Des règles d'action, de prise d'information et de contrôle.
- Des invariants opératoires (concepts-en-acte et théorèmes-en-acte) : permet de construire « une connaissance pragmatique de la conceptualisation et de la vérité » (Sensevy, 2007).
- Des possibilités d'inférences.

Généralement, les schèmes sont construits par conceptualisation et ils sont liés à certaines classes de situations (Ibid). Ils sont ainsi en relation avec des systèmes de signes (signifiants). C'est-à-dire que «*les signifiants donnent sens aux schèmes et que les schèmes donnent sens aux signifiants* ». En outre, le fonctionnement cognitif du sujet part d'un ensemble de schèmes disponibles. L'apprenant fait une analogie entre ce qu'il connaît et ce qu'il découvre. Afin d'agir efficacement, les élèves construisent une représentation « opératoire » des situations auxquelles ils sont confrontés, ils conceptualisent en identifiant les caractéristiques opératoires des tâches, des problèmes et des situations d'apprentissage proposé par l'enseignant. Vu que les situations sont de plus en plus complexes, les apprenants élaborent des moyens intellectuels pour le traitement progressif de ces situations.

En somme, un nouveau concept acquiert un sens dans un nombre de situations. Si on l'utilise dans d'autres situations, on se confronte quelques fois à des obstacles du fait que son assimilation demande l'extraction des conceptions déjà apprises sur ce concept. Les nouvelles situations d'enseignement du microcontrôleur provoquent l'évolution des schèmes. C'est à travers les expériences et l'adaptation que les schèmes se développent. Si le schème, avec ses composants principaux : les invariants opératoires, le but, les règles d'inférences, les anticipations, permettent de caractériser le travail d'un expert, nous avançons l'hypothèse qu'un élève n'utiliserait pas le même niveau de conceptualisation lors de la programmation du microcontrôleur.

MÉTHODOLOGIE

Pour répondre aux questions de cette recherche, nous avons adopté un questionnaire anonyme de façon à ce que les élèves (28 élèves de classe terminale d'un lycée de centre Tunis) répondent spontanément. À cet effet, le questionnaire est composé de dix questions proposées dans l'ordre qualitatif, basées sur l'étude structurelle du circuit PIC 16F84 et de l'élaboration d'un algorithme et d'un programme. Nous estimons que ces élèves possèdent un niveau langagier susceptible de leur permettre de comprendre et de répondre à nos questions. Les élèves disposaient d'environ 60 minutes pour répondre par écrit et de façon anonyme et individuelle au questionnaire. Les questions administrées au niveau du questionnaire forment trois groupes reflétant les principaux axes de recherche. Les groupements de questions sont faits sur une base conceptuelle; les questions qui mettent en jeu les mêmes concepts sont groupées afin d'avoir une idée sur l'acquisition (inférée par les performances) des différents concepts par les élèves.

Passation du questionnaire

La passation du questionnaire a eu lieu après enseignement du chapitre sur le microcontrôleur, elle a été conduite par les enseignants du cours en suivant les instructions assignées (modalités de déroulement du questionnaire). Pour plus de garantie, nous avons assisté nous-mêmes au déroulement de la passation du questionnaire dans les classes.

Les entretiens

Les entretiens sont considérés comme des situations de communication. Pour cette raison, chaque élève est soumis à un entretien semi-directif après la passation du questionnaire en vue de verbaliser leurs idées et de confirmer leurs réponses.

RÉSULTAT ET DISCUSSION

La méthodologie mise en œuvre cherche à constituer un faisceau d'indices et ne prétend absolument pas établir la moindre preuve. Les questions posées se différencient soit par la figure proposée, soit par les paramètres de configuration. L'analyse repose sur les différentes justifications apportées par les candidats. Lorsqu'un élève propose un résultat, on demande une justification de ce résultat. Les réponses dont leurs justifications sont basées uniquement sur l'estimation sont classées dans les échecs.

TABLEAU 1

Résultats du questionnaire

Question	Réponses correctes (N° totale des élèves)	Réponses fausses (N° totale des élèves)	Conclusions
1	7/28	11/28	Les élèves admettent que le numéro 16 indique le nombre de bits par instruction.
2	13/28	15/28	<i>Théorème-en-acte</i> : le mot « remise à zéro » est relié à la tension 0v
3	Partie I	16/28	Les apprenants, ne savent pas configurer les ports du microcontrôleur.
	Partie 2	18/28	
4	22/28	6/28	<i>Théorème-en-acte</i> : TRISA et TRISB sont des ports extérieurs du PIC.
5	21/28	7/28	 Les élèves peuvent comprendre la signification de cette instruction  La représentation langagière (le signifiant) du concept affectation d'une variable à un registre a perturbé la conceptualisation de l'élève. Il pense que le nom de la variable « A » est relatif au port
6	20/28	8/28	
7	16/28	12/28	<i>Théorème-en-acte</i> : Boucle pour que le programme s'exécute une seule fois. <i>Théorème-en-acte</i> : Le chiffre 1 signifie une seule fois

On demande la justification parce que la verbalisation constitue, d'après Vergnaud (1998), un moyen de « rendre compte de l'activité cognitive d'un sujet humain dans une tâche ou situation donnée », les élèves étaient invités à verbaliser leurs pensées de façon écrite et orale. Cela

constituait pour nous le moyen d'identifier, dans les raisonnements des élèves, les buts qu'ils se fixent, de connaître les invariants opératoires qu'ils mobilisent et de repérer les inférences qu'ils effectuent afin d'atteindre les buts fixés. C'était également un moyen d'identifier l'éventuelle organisation invariante des conduites, autrement dit, les schèmes mis en œuvre.

Le tableau ci-dessus, montre les résultats obtenus pour les sept premières questions, ainsi que les conclusions tirées après l'analyse.

Analyse des questions 8 et 9

La question 8 « Pour écrire le programme en mikropascal, est-il nécessaire de passer par l'algorithme ? » est semi-ouverte. Nous estimons déceler la place et l'importance de l'algorithme pour les élèves. On ne peut pas dire qu'il y a des réponses correctes ou des réponses fausses, chaque élève possède sa propre méthode d'élaboration d'un programme. La moitié des élèves (14/28) considèrent que l'écriture d'un problème sous forme d'algorithme facilite la tâche de conversion en langage mikropascal.

À titre d'exemple, un élève a mentionné dans la question 8 qu'il n'est pas nécessaire de passer par l'algorithme, « c'est une perte de temps ». Et il a aussi mentionné dans la question 9 qu'il comprend bien le fonctionnement des systèmes, donc, il peut écrire un algorithme. Mais dans la question 10 « On désire automatiser la gestion d'un feu de croisement, réglant la circulation d'un carrefour à deux voies », il n'a rien écrit à part le nom du programme en mikropascal « program Feu_croisement ». Nous estimons que lorsque l'élève ne trouve pas des indices, il se trouve en inférence avec la situation (situation non familière d'après Vergnaud, 1999).

La deuxième réponse, à cette question, possède le taux le plus élevé 15/28. En regard à ce qui précède, nous constatons que les élèves peuvent identifier les structures interne et externe du circuit intégré PIC 16F84 et les structures de l'algorithme et du programme en langage mikropascal. Les réponses des élèves prouvent leurs volontés d'écrire un algorithme puis passer à l'écriture du programme.

Analyse de la question 10

Partant des objectifs de notre recherche, nous serons conduits à mener une analyse plus fine de cette question : « On désire automatiser la gestion d'un feu de croisement, réglant la circulation d'un carrefour à deux voies ». En premier lieu, nous avons proposé un système de l'environnement quotidien de l'apprenant (feu de carrefour), nous avons utilisé un chronogramme explicatif. Nous avons demandé, ensuite, d'identifier les entrées et les sorties du circuit. Puis, dans un second lieu, nous avons proposé d'écrire l'algorithme correspondant et en fin le programme en mikropascal. Nous avons dégagé les théorèmes-en-actes et les concepts-en-actes mis en jeu par les sujets, ainsi que les règles d'action et les anticipations. Seulement cinq élèves sur 28 ont pu élaborer le programme. Cependant, les théorèmes-en-actes utilisés sont variés.

Nous proposons dans ce qui suit l'analyse de la production du sujet 1 et sujet 3. Nous pouvons dire que le schème mobilisé par les deux élèves est celui de la programmation. Mais pour bien développer ce schème, il devait être décomposé en des sous-schèmes tels que le sous-schème 1 : « l'identification des entrées et des sorties du système », le sous-schème 2 : « l'écriture d'un algorithme » et le sous-schème 3 : « écriture du programme mikropascal ».

TABLEAU 2*Schéme mobilisé par l'élève 3 et élève 1 lors de la question 10*

Sous-schéme 1 : Identification des entrées et des sorties du système Feu de Croisement		
	Sujet 3	Sujet 1
But	Identifier les entrées et les sorties du système.	
Anticipation	Chaque système technique possède des entrées et des sorties comme les boutons, les capteurs... Et des sorties comme les lampes, les moteurs...	Les systèmes automatisés ne possèdent pas des entrées explicites, mais il y a un programme qui les dirige et les contrôle.
Inférence	Le feu de croisement est un système technique mais il n'y a pas un agent qui appui sur un bouton de mise en marche. C'est un système mis dans les croisements et il fonctionne automatiquement. Comment les lampes s'allument seules alors ?	Le Feu de croisement est un système automatisé ; il ne possède que trois sorties qui sont les lampes rouge, verte et orangée.
Indice	Sa réponse	
Règle d'action	Le professeur a dressé une colonne pour les entrées, donc elles existent.	Sur le chronogramme, les trois lampes existent et chacune d'elles change d'état après une attente.
Invariant opératoire	Il y a une seule entrée, on la branche sur le porta.	Il n'y a pas d'entrées. Il a choisi de brancher les trois lampes sur le porta (RA0, RA1, RA2)

Les lignes du tableau sont remplies à partir du questionnaire et des entretiens. Nous observons des connaissances de référence dans deux composantes du schéma mobilisé par cet élève, dans l'invariant opératoire à partir de l'étude des théorèmes-en-acte (ce que l'élève tient pour vrai) et dans les concepts-en-acte (ce que l'élève tient pour pertinent) et dans l'inférence. L'élève tient pour vrai que le système Feu de croisement ne possède qu'une seule entrée et il a choisi de la brancher sur le pin RA0. Nous observons que c'est une analyse spécifique à cet élève.

En comparant les anticipations du sujet 1 à celle du sujet 3, nous constatons qu'ils sont différents. Le sujet 1 élabore lui-même l'algorithme. Il bascule brièvement l'image mentale du système aux représentations numériques de l'ordinateur (Duchâteau, 1990). Par contre sa distance cognitive est plus grande par rapport au sujet 1. Car la représentation symbolique, pour lui, est un effort de précision au niveau des énoncés comme au niveau de la pensée. Son but est alors de compléter un algorithme préparé en utilisant un schéma explicatif. Ce qui induit des nouvelles règles d'action. L'inférence du sujet 3 nous a mené à demander au professeur la raison pour laquelle les élèves trouvent l'algorithme pré-abord. Il nous a répondu que : « le programme officiel exige qu'on ne donne pas aux élèves une page blanche. Il faut qu'on aide l'élève au moins par un algorithme ». La lecture du programme officiel n'est pas correcte. En fait, ce dernier exige que l'élève doit être capable d' « élaborer un programme spécifique à une application à base de microcontrôleur ».

TABLEAU 3

Schème mobilisé par le sujet3 et le sujet 1 lors de la question 10

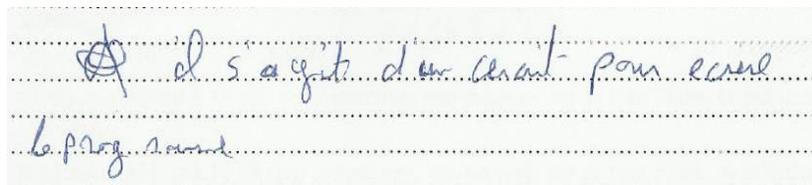
Sous-schème 2 : L'écriture de l'algorithme		
	Sujet 3	Sujet 1
But	Compléter l'algorithme relatif à ce système.	Convertir le fonctionnement du système en un algorithme.
Anticipation	<ul style="list-style-type: none"> - Le professeur donne le socle de l'algorithme et un schéma explicatif tel que le GRAFCET. - L'élève complete quelques instructions. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se rappeler des instructions de l'algorithme. - Respecter le chronogramme.
Inférence	La page où il va écrire l'algorithme est vide.	Il y aura inférence lors de la compilation du programme. L'élève pourra écrire des fautes.
Indice	Sa réponse.	
Règle d'action	<ul style="list-style-type: none"> - L'élève demande que les instructions du programme soient devant lui. Il demande la présence du GRAFCET.	Utilise le chronogramme pour allumer et éteindre les lampes.

Lors de notre analyse des autres sujets, nous avons constaté aussi, qu'il y a une sorte d'automatisation dans le processus cognitif des apprenants. Ce qui semble central dans leur cheminement, est que les schémas et les tableaux sont pré-préparés par l'enseignant. Les élèves sont habitués à trouver un tableau qui explique brièvement l'affectation des entrées qui se trouve dans l'énoncé avec les pins du microcontrôleur. En plus, dans les séances d'enseignement en classe, les enseignants proposent, dans la plupart des cas, un schéma où le PIC 16F84 est branché.

Pour d'autres élèves, leurs justifications étaient basées sur ce qui se déroule dans leurs classes.

Exemple : le sujet 2 propose de voir un circuit devant lui pour écrire un programme.

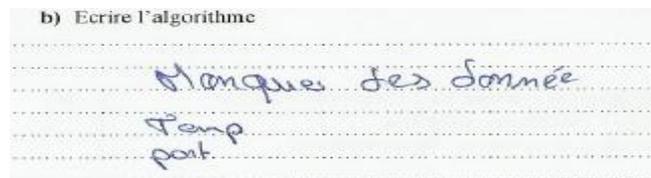
FIGURE 1



Sujet 2

Le sujet 13 considère qu'il y a manque de données :

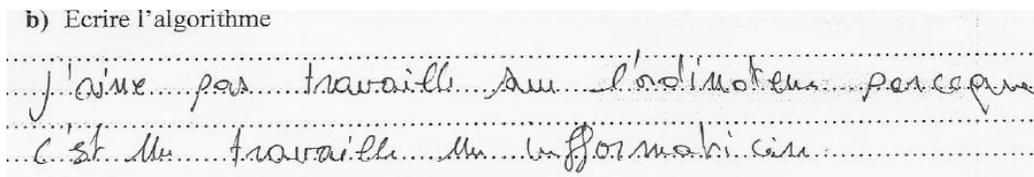
FIGURE 2



Sujet 13

Alors que le sujet 5 considère qu'il n'est pas un informaticien :

FIGURE 3



Sujet 5

Mais, ces schèmes ne sont pas parfaitement adaptés aux situations, puisque les élèves ne les ont pas utilisés correctement et convenablement. D'ici, on voit bien le rôle des schèmes dans l'adaptation aux situations nouvelles. Ce sont les schèmes qui s'adaptent, et ils s'adaptent à des situations.

CONCLUSION

Cette recherche nous a permis de comprendre le développement des connaissances (sur un échantillon réduit). Nous avons proposé plusieurs situations dans le questionnaire car une seule situation ne permet pas de mettre en œuvre toutes les propriétés d'un concept. Ces dix situations nous ont aidé à accomplir une analyse cognitive des tâches et des conduites (Vergnaud, 1991) et d'identifier les théorèmes-en-actes, même si c'était un peu délicat d'arriver à un accord sur les critères comportementaux de ces théorèmes. Nous confirmons que, les problèmes d'enseignement de programmation d'un microcontrôleur ne se résolvent pas par des définitions, et «les conceptions erronées des élèves ne peuvent changer vraiment que si elles entrent en conflit avec des situations qu'elles ne permettent pas de traiter» (Vergnaud, 1991). L'apprentissage de la programmation ne consiste pas en l'écoute d'«un enseignant en parler ou en répétant sans fin des exercices tous identiques» (Duchâteau, 1993).

Nous avons constaté que les élèves maîtrisent les structures d'un microcontrôleur et les instructions relatives à sa programmation, mais le guidage strict de leurs activités ne leur donne pas la possibilité d'élaborer eux-mêmes des algorithmes pour surmonter leurs théorèmes-en-actes erronés déjà construits.

Dans cette optique, la formation d'un concept couvre en général une très longue période de temps où il aura des interactions dans des situations familières et non familières. Nous pensons que le nombre des heures attribué à un tel enseignement est en partie la cause de ces difficultés. En effet, dans le programme officiel de la filière Sciences techniques, niveau terminal, on accorde une séance de 4 heures pour s'habituer avec le traitement de ce circuit PIC 16F84, ce qui à notre avis est insuffisant pour une meilleure acquisition des connaissances.

RÉFÉRENCES

- Duchâteau, C. (1990). *Images pour programmer, Apprendre les concepts de base*. Bruxelles: De Boeck-Wesmael.
- Duchâteau, C. (1993). Robotique-Informatique : mêmes ébats, mêmes débats, mêmes combats. In B. Denis & G.-L. Baron (Eds.), *Regards sur la robotique pédagogique- Actes du 4ème colloque sur la robotique pédagogique* (pp. 10-33). Paris - Liège: INRP - Université de Liège.
- Ginestié, J. (2005). Résolutions de problèmes en éducation technologique. *Éducation Technologique*, 28, 23-34
- Hamrita, T. K., Potter, W. D., & Bishop, B. (2010). *Robotics, Microcontroller, and embedded systems education initiatives at the University of Georgia. An interdisciplinary approach*. The University of Georgia, 30602 - 4435, 2010, Athens - USA. Retrieved from <http://cobweb.cs.uga.edu/~potter/robotics/IJEE-Final.pdf>.
- Laborde, C. (2007). Des outils pour la recherche en didactique des mathématiques forgés par Gerard Vergnaud. Dans M. Merri (Coord.), *Activité humaine et conceptualisation: Questions à Gérard Vergnaud* (pp. 69-72). Toulouse: Presses Universitaires du Mirail.
- Laisney, P., Brandt-Pomares, P., & Ginestié, J. (2011). Influence de l'ordinateur sur l'activité d'enseignement. Le cas d'une situation en Technologie au collège. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 5(1), 9-26.
- Le Ny, J.-F. (1996). *Grand dictionnaire de la psychologie*. Paris: Larousse.
- Maurin, T. (1993). Quelques réflexions sur l'enseignement de l'électronique. *Séminaire de didactique des disciplines technologiques. Disciplines technologiques : Intégration et/ou spécialisation, réflexions sur l'enseignement de l'électronique*. France, ENS Cachan.
- Microchip (2002). *PIC 16F8X: 18-pin Flash/EEPROM 8-Bit Microcontrollers*. Microchip Technology Inc.
- Mzoughi, A., Zitouni, A., Labidi, H., Ben Henda, M., Ayari, F., (2007a). *Manuel de cours. 4ème année de l'enseignement secondaire, Sciences Techniques*. Tunis: Centre National Pédagogique.
- Mzoughi, A., Zitouni, A., Labidi, H., Ben Henda, M., Ayari, F., (2007b). *Manuel d'activité. 4ème année de l'enseignement secondaire, Sciences Techniques*. Tunis: Centre National Pédagogique.
- Pair, C. (1988). Je ne sais (toujours) pas enseigner la programmation. *Revue pour l'Enseignement de l'Informatique*, 2, 5-14.
- Programme Officiel Tunisien (2008). *Ministère de l'Éducation et de la Formation. Direction générale des programmes et de la formation continue*. Tunisie.
- Raynal, F., & Rieunier, A. (1997). *Pédagogie : dictionnaire des concepts clés*. Paris: Ed. ESF.
- Sensevy, G. (2007). Vergnaud, un pragmatiste ? Dans M. Merri (Coord.), *Activité humaine et conceptualisation: Questions à Gérard Vergnaud* (pp. 41-47). Toulouse : Presses Universitaires du Mirail.
- Sirowy, S., Sheldon, D., Givargis, T., & Vahid, F. (2013). *Virtual Microcontrollers*. Riverside, USA: Department of Computer Science and Engineering, University of California.

Vergnaud, G. (1991). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10(2-3), 133-170.

Vergnaud, G. (1998). « Qu'est-ce que la pensée ? » In G. Vergnaud (éd.) *Actes du colloque : « Qu'est-ce que la pensée ? Compétences complexes dans l'éducation et le travail »*. Suresnes, Paris : Université Paris 8 (Cédérom).

ANNEXE : Le questionnaire

Question 1

La référence PIC 16 F 84 – 10 signifie :

Un microcontrôleur à 16 bits par instruction, son mémoire est de type Flash, sa fréquence est de 10 MHz	
Un microcontrôleur à 14 bits par instruction, son mémoire est de type Flash, sa fréquence est de 10 MHz	

Question 2

Le MCLR est une :

Entrée
Entrée de configuration
Sortie de configuration
Remise à zéro et doit être mit à 0V
Remise à zéro et doit être mit à 5V

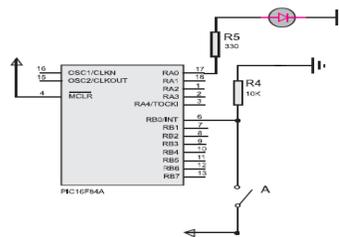
Justifier votre réponse

.....

Question 3

1- Pour configurer le porta, on affecte à son registre de configuration la valeur :

\$ 01	
\$FF	
\$00	
'01'	
'00000000'	



2- Pour configurer le porta, on affecte à son registre de configuration la valeur

\$ 10	
\$FF	
\$00	
'01'	
'00000000'	

Question 4

TRISA et TRISB sont des :

Registres	
Ports extérieurs du microcontrôleur	
Des mémoires	

Quel est leur rôle ?

.....

Question 5

La signification de l'instruction (A := testbit (portB, 7))

Tester si le portB est mis à zéro	
Affecter à la variable A l'état de RB7	
Affecter au portb la valeur de la variable A	

Justifier votre réponse

.....

Question 6

L'instruction trisA := \$0 ; porta ← \$0 ;)

Tester si le porta est mis à zéro	
Configurer le porta en sortie	
Initialiser le porta	

Question 7

L'instruction (while (1) do)

Boucle infinie pour que le programme continue à s'exécuter plusieurs fois	
Boucle pour que le programme s'exécute une seule fois	
Boucle infinie pour la correction du programme automatiquement	

Question 8

Pour écrire le programme en mikropascal, est-il nécessaire de passer par l'algorithme ?

Non, c'est une perte de temps	
Oui, parce qu'il facilite la conversion en langage mikropascal	
Oui, parce que je ne suis pas génie en programmation	
Non, parce que je peux écrire le programme mikropascal facilement	
Autre raison :	
.....	
.....	

Question 9

Êtes-vous capable d'écrire vous-même l'algorithme ?

Non, c'est difficile	
Oui, parce que j'apprends bien les instructions d'un algorithme	

Oui, parce que je comprends bien le fonctionnement du système	
Non, parce que je ne peux pas comprendre le fonctionnement du système.	
Autre raison :	

Question 10

On désire automatiser la gestion d'un feu de croisement, réglant la circulation d'un carrefour à deux voies. Le cahier des charges stipule la possibilité de modifier les temporisations par l'opérateur en fonction de la densité de la circulation.

L'étude se limitera à une seule rampe.

Le fonctionnement normal est décrit par le chronogramme suivant :



a) Sur le tableau ci-dessous, identifier les entrées et les sorties du système :

Entrées	Sorties
.....
.....
.....

- b) Écrire l'algorithme
- c) Écrire le programme en mikropascal