

Mise en place d'une méthode pédagogique de type APP dans des enseignements d'informatique industrielle.

Eric Duquenoy¹

¹Université du Littoral-Côte d'Opale,
195 rue du Pasteur MLK
62228 - CALAIS,
eric.duquenoy@univ-littoral.fr

RESUME Nous présentons notre expérience d'utilisation de l'Apprentissage Par le Problème dans le cadre de l'enseignement de l'informatique industrielle à l'Université du Littoral – Côte d'Opale. Nous rappelons les principes de base de la méthode APP et nous justifions son emploi dans nos enseignements. Nous décrivons de quelle manière nous avons appliqué la méthode dans nos enseignements.

Mots clés : Apprentissage par le problème (APP), Problem Based Learning (PBL), informatique industrielle, micro-contrôleurs.

1 INTRODUCTION

Depuis de nombreuses années, nous enseignons l'informatique industrielle et, plus particulièrement, la pratique des microcontrôleurs dans le domaine industriel. Nous savons que la compréhension d'un micro-contrôleur n'échappe pas à l'analyse détaillée d'une ou plusieurs notices techniques, relativement volumineuses dans la plupart des cas et dont le style ne poursuit que rarement un but didactique. Bien que cette analyse de notices techniques représente une étape indispensable qui permettra aux étudiants de se familiariser avec les concepts et le vocabulaire français et anglais de base (mémoire morte ou vive, ports d'entrées et de sorties, compteurs et temporisateurs, interruptions, etc.), nous remarquons tous les ans une baisse d'attention de nos étudiants au fil des séances de cours et de travaux dirigés dont le contenu semble rester beaucoup trop abstrait pour eux. Seuls les travaux pratiques semblent alors remonter le degré de motivation des apprenants qui découvrent alors enfin, malheureusement trop tardivement, l'intérêt des cours et des travaux dirigés !

De manière à susciter la motivation de nos étudiants tout au long du processus d'apprentissage, nous avons donc décidé d'inverser en quelque sorte ce processus en abordant dès le départ des problèmes pratiques et en amenant l'étudiant à se poser la question des connaissances théoriques ou techniques anciennes à réactiver et des nouvelles connaissances à acquérir, dans le but, non pas de résoudre à tout prix ces problèmes, mais plutôt de les comprendre. Nous avons donc mis en place cette année une pédagogie d'apprentissage par le problème où nous présentons aux étudiants des problèmes ou des mises en situations ayant pour objectif de faire naître le questionnement. Nous allons, dans ce qui suit, justifier ce choix (section 2), présenter les grandes lignes de la méthode (section 3), détailler le choix des problèmes (section 4), montrer comment s'articule la méthode avec les travaux pratiques (section 5), commenter les résultats d'un questionnaire d'évaluation de la méthode (section 6) et donner quelques pistes pour l'évaluation

des étudiants (section 7). Enfin nous concluons et présenterons quelques unes des perspectives envisagées pour les années suivantes.

2 CHOIX DE LA METHODE PEDAGOGIQUE

2.1 Pourquoi changer de méthode de travail ?

Que l'on soit ingénieur ou chercheur, l'éventail des compétences demandées par les entreprises ou les laboratoires est de plus en plus large. Dans les deux cas, ingénieur ou chercheur, il est très souvent exigé des compétences non-techniques dans les domaines de la créativité, de la communication ou encore du travail d'équipe pour ne citer que celles-là [1, 7]. Or le contexte d'un enseignement *magistrocentré*¹ [2] offre à l'étudiant assez peu de place pour exploiter ces compétences plus personnelles. Ceci est dû au fait que dans les méthodes d'enseignements traditionnelles, l'apprentissage est centré sur l'enseignant qui dispense son savoir à des étudiants placés dans une situation de passivité. Il existe cependant des situations pédagogiques où le professeur attend de l'étudiant une participation active comme les travaux dirigés ou les travaux pratiques. Mais ces exercices ou ces manipulations, placés par l'enseignant dans l'axe du cours, ne fournissent aux apprenants qu'un très faible degré de liberté. Nous savons bien ce que nous attendons des étudiants avec cette manière de faire : qu'ils restituent un savoir acquis pendant le cours, sans obligatoirement l'avoir compris, et qu'ils soient, tout au plus, capables de l'utiliser au bon moment. Par conséquent, la valeur ajoutée que nous souhaitons apporter à notre enseignement est tout à la fois un certain *savoir faire* et un *savoir être*. *Savoir faire* car nous pensons que dans le cadre d'un enseignement de type technologique, l'acquisition de savoirs n'est rien si elle n'est pas suivie rapidement d'une concrétisation sous forme de problè-

¹ On parle d'enseignement magistrocentré lorsque le contrôle de l'apprentissage est pleinement géré par l'enseignant.

mes ou de manipulations. *Savoir être* parce que le processus d'apprentissage est, dans un enseignement classique, de nature individuelle, voire même individualiste. Il est nécessaire, que ce soit dans le cadre de l'entreprise ou du laboratoire, que l'apprenant devienne capable de confronter sa compréhension d'un phénomène ou d'une notion à l'avis des autres de manière à développer son esprit critique. Enfin, au-delà de l'acquisition des connaissances, il nous semble pertinent de montrer aux étudiants qu'il peut être aussi enrichissant d'apprendre que d'apprendre à ... apprendre !

2.2 La situation actuelle dans nos formations

2.2.1 Difficultés face au LMD.

Face à un public d'étudiants issus d'horizons très différents, et, dans le contexte du LMD, cet état de fait risque de s'intensifier, il est assez difficile de proposer un cours magistral qui satisfasse l'ensemble de notre public d'apprenants :

- ou bien, nonobstant la perte de temps que cela représente, le niveau de cours commence très bas de manière à s'adapter à ceux qui n'ont aucune connaissance dans le domaine, et dans ce cas rapidement les étudiants déjà initiés s'ennuient et ont l'impression de perdre leur temps,
- ou bien au contraire, le niveau du cours suppose des pré-requis dont l'absence avérée va gravement handicaper certains étudiants et finalement les décourager de suivre le cours !

Nous avons, dans cadre des formations issues de la réforme du LMD, la responsabilité d'un module d'enseignement d'une trentaine d'heures en microcontrôleur 16 bits de type C167 [4,5] dans le nouveau master EIM² de l'ULCO. Les étudiants qui entrent en M1 ont suivi en général un cursus dans le domaine de l'électronique et certains d'entre eux ont déjà reçu un enseignement en microcontrôleur 8 bits. La plupart connaît au moins le langage C. Dans les prochaines années, il est plausible que des étudiants, issus d'autres formations et n'ayant aucun de ces bagages en informatique industrielle, suivent également cet enseignement. Il nous fallait donc trouver un mode pédagogique adapté et évolutif.

2.2.2 Cas particulier de l'alternance

A la rentrée 2004, l'Université du Littoral – Côte d'Opale a ouvert, en partenariat avec Polytech'Lille, une antenne de l'IESP2A³ (Ingénieur d'Exploitation des Systèmes de Production par l'Apprentissage et en Alternance) à destination des étudiants de la formation initiale. Les étudiants sont recrutés au niveau L2, et sont issus de formations aux contenus très divers (électronique, automatique, mécanique, maintenance, mesures physiques, etc.). Nous nous sommes intéressés à un module de 20h en informatique industrielle pour lequel

le problème est d'amener, dans ce court laps de temps, nos étudiants n'ayant aucune connaissance dans ce domaine, à un niveau de connaissance minimal et d'emmener le plus loin possible ceux qui ont déjà quelques connaissances de base. Du fait de l'alternance (une semaine par mois à l'université), les cours sont étalés sur l'année, à raison de 3 heures à chaque retour d'alternance. Il est donc très difficile de travailler classiquement en cours et travaux dirigés sans devoir faire un rappel de la séance précédente à chaque retour.

2.3 Quelle méthode ?

Nous nous sommes donc orientés, pour ces deux enseignements, vers une méthode pédagogique *pédagogie centrée*⁴ [2]. Nous avons choisi pour cela l'apprentissage par le problème ou *problem based learning* [3], démarche didactique axée sur le raisonnement dans le contexte d'une situation présentée sous forme de problèmes, encore appelés *prosit* (problème-situation). Ainsi, dans le cas où, comme dans les deux formations citées en exemple, les cursus des étudiants peuvent être fort différents, la méthode proposée permet à chacun de travailler selon ses connaissances de base en les réutilisant pour analyser le problème et en les enrichissant d'une part en cours de séance par un échange avec les autres étudiants et d'autre part, par un travail personnel entre deux séances. Dans le cadre d'une formation en alternance, la méthode permet en outre de mettre à profit l'intérêt des étudiants pour l'entreprise en leur proposant des *prosit* au contexte industriel.

3 LA METHODE APP

3.1 Comment fonctionne la méthode ?

Comme nous le verrons dans la section suivante, la méthode repose sur un découpage en trois phases :

- la **première** et la **dernière** phase sont réalisées collectivement, pendant les séances en salle de cours et ont pour support essentiel un problème, le *prosit*.
- la **deuxième** phase consiste en un travail individuel de lectures, à partir d'une bibliographie que l'étudiant aura constituée à partir de documents ou de références fournis par l'enseignant ou qu'il aura trouvés lui-même.

3.2 Le déroulement des séances

3.2.1 Les phases

Le déroulement de l'étude du problème se décompose en trois phases :

- Phase 1 : étapes 1 à 5 → une séance
- Phase 2 : étape 6 → travail personnel
- Phase 3 : étapes 7 et 8 → une séance

A l'issue des phases 1 et 3, les étudiants repartent avec les notes prises par le scribe. Cet enchaînement de phases se décompose en 8 étapes :

² Electronique, Instrumentation et Mesures, <http://lemcel.univ-littoral.fr>

³ <http://iesp2a.univ-littoral.fr>

⁴ Méthode pédagogique où l'initiative est le plus souvent donnée à l'apprenant.

3.2.2 Les étapes.

Voici la description précise des étapes. Nous avons pris comme durée de base d'une séance, 90min.

1. Clarifier les termes inconnus ou ambigus (vocabulaire) dans l'énoncé du problème (≈ 5 min).
2. Définir le problème : dresser une liste des éléments, des phénomènes ou des mécanismes à expliquer (≈ 10 min)
3. Expliquer le problème (c'est-à-dire les éléments et les phénomènes soulevés à l'étape précédente) et proposer des hypothèses (≈ 30 min). A partir de cette étape, il est possible de préparer l'étape 5 en inscrivant sur une partie du tableau les besoins en nouvelles informations et nouvelles connaissances.
4. Discuter et organiser les explications et les hypothèses proposées (≈ 30 min).
5. Formuler les objectifs d'apprentissage (≈ 15 min). Les objectifs d'apprentissage peuvent être construits au fur et à mesure de l'évolution des étapes 3 et 4.
6. Etude individuelle : les étudiants doivent atteindre les objectifs d'apprentissage par le biais d'une recherche bibliographique. Comme le résultat de cette recherche doit être révisé à l'étape suivante, il s'agira également de préparer une synthèse des lectures pour une utilisation efficace.
7. Mettre en commun les connaissances acquises pendant l'étape précédente, et les appliquer au problème pour en tirer des explications (≈ 70 à 80 min). Cette étape sera validée par le tuteur (voir 3.3.4 pour une description de la fonction du tuteur).
8. Faire un bilan (≈ 10 à 20 min). Les objectifs d'apprentissage ont-ils été atteints, auto-évaluation de l'efficacité et de la qualité du travail de chacun, dynamique du groupe, points à améliorer dans le fonctionnement du groupe...

3.2.3 Les lectures

La phase 2 est exclusivement individuelle : il s'agit pour l'étudiant de réaliser les objectifs d'apprentissage fixés à l'étape 5. Pour cela il doit recueillir et maîtriser les informations pour expliquer le problème. Il peut utiliser les références proposées par le tuteur mais doit également en rechercher d'autres.

L'étudiant établira une synthèse de ces lectures organisée de manière à pouvoir être utilisée efficacement lors de la phase suivante.

Remarque : lorsque les étudiants découvrent la méthode de travail, une question revient souvent : est-il possible de travailler en groupe, chaque membre du groupe travaillant dans une direction donnée ? Nous expliquons alors que cette phase de recherche bibliographique vise avant tout à combler, pour chaque étudiant, le manque de connaissances qui le sépare de la compréhension du problème. Il s'agit donc bien d'un

travail essentiellement individuel, le travail en classe étant au contraire collectif. Nous ajoutons également que le travail en classe doit amener des débats contradictoires et, pour ce faire, il est indispensable que chaque étudiant ait acquis des connaissances dans les mêmes domaines que ses camarades de manière à confronter différents avis.

3.3 Les rôles

Pour étudier un problème, les étudiants travaillent en groupe. Nous conseillons, par expérience, une quinzaine d'étudiants au maximum. Au-delà, les discussions en aparté prennent le pas sur la discussion collective. L'attribution des rôles change à chaque nouveau problème. Il est également possible, si l'effectif de la formation le permet, de changer la composition des groupes, de manière à limiter des phénomènes de leadership et à encourager les étudiants à travailler avec des personnes toujours différentes.

Trois étudiants jouent les rôles suivants :

3.3.1 animateur :

- il gère le temps imparti à chaque étape,
- il veille à ce que chacun intervienne de manière équitable en modérant ceux qui interviennent très souvent et en tentant d'impliquer ceux qui se montrent plus réservés,
- il vérifie que les éléments discutés par le groupe soient notés,
- il amène le groupe à clarifier les idées à mesure qu'elles se développent,
- il suggère des directions que doit prendre la discussion, ceci en accord avec les autres participants.

Dans la plupart des cas, l'étudiant chargé de ce rôle montre des difficultés à s'imposer au groupe. Nous souhaitons l'an prochain mettre en place une collaboration avec un enseignant en communication.

3.3.2 Secrétaire (debout) :

- il consigne au tableau les idées émises par les autres membres du groupe, de manière à apporter un support concret à la discussion,
- il doit traduire de manière fidèle et compréhensible par l'ensemble du groupe, les idées émises,
- il doit synthétiser l'information du groupe.

3.3.3 Scribe (assis)

- il consigne les idées des membres du groupe, notées au tableau de manière à libérer ces derniers de la prise de notes,
- il construit les notes de cours, sorte de procès-verbal de l'analyse et de la synthèse, ses notes seront distribuées à l'ensemble du groupe.

3.3.4 Tuteur

Dans le cadre de cette méthode de travail, l'enseignant n'est plus dans sa fonction habituelle de « distributeur »

de savoirs. Son rôle est, dans la première phase, de relancer, recadrer ou encourager la discussion. Il interviendra pour aider les étudiants à construire les objectifs d'apprentissage et veiller à ce qu'ils n'oublient rien. Dans la troisième phase il interviendra pour valider ou non les objectifs à atteindre. D'une manière générale, il interviendra assez peu pendant les séances, et de moins en moins en avançant dans la formation.

3.3.5 Interventions du tuteur

Le tuteur débutant a tendance à vouloir intervenir souvent, pour, par exemple, corriger une erreur ou compléter un raisonnement. Cependant, le tuteur doit s'imposer les règles suivantes lors de ses interventions :

- ne pas apporter de connaissance lors de l'intervention mais toujours susciter le questionnement chez les étudiants,
- ne pas rompre la dynamique de la discussion et choisir avec soin l'instant de l'intervention.
- ne pas intervenir trop longtemps pour ne pas faire perdre le fil de leur discussion aux étudiants.

3.3.6 Guide du tuteur

Lorsque le tuteur n'a pas conçu le problème, un « guide du tuteur » sera édité; il contiendra le vocabulaire à expliquer, les objectifs que les étudiants doivent atteindre en fin de prosit, les références bibliographiques et webographiques et, le cas échéant, des recommandations spécifiques.

4 LES « PROSITS »

4.1 Sur le choix des problèmes

Le choix des problèmes ou mises en situation écrits est crucial car il s'agit de susciter l'intérêt de l'étudiant et de l'encourager à accomplir ses recherches bibliographiques dans le but d'atteindre les objectifs pédagogiques fixés lors de l'étape 5 de la phase 1 [3].

Plusieurs critères sont pris en compte pour le choix de ces prosits :

- le niveau de connaissance des étudiants,
- la réactivation des connaissances antérieures,
- les objectifs finaux de l'enseignement,
- la répétition des objectifs ou des thèmes à étudier dans chaque prosit,
- la forme utilisée (lettre, compte-rendu, cahier des charges, dialogue, etc...)
- la progression donnée à l'ensemble de prosits. Il est à noter qu'il est préférable de commencer par des prosits pour lesquels on aura fixé des objectifs simples à atteindre, la difficulté devenant croissante,
- le sens ou l'ancrage à la réalité à donner au problème. Cet aspect doit être prédominant dans les premiers problèmes de manière à faire naître l'intérêt pour la matière le plus rapidement possible.
- lien avec les travaux pratiques (voir section 5)

4.2 La progression des prosits

Avant de construire notre série de problèmes, nous avons établi une liste des objectifs à atteindre par les étudiants. Les objectifs se répartissent dans 3 catégories :

- Objectifs primaires correspondant aux connaissances (savoir et savoir faire) minimales que chacun se doit d'acquérir à l'issue de la phase 3,
- Objectifs secondaires correspondant à des connaissances annexes. Il peut s'agir de connaissances qui seront approfondies dans les prosits suivants ou de connaissances anciennes que l'on cherche à réactiver,
- Objectifs tertiaires correspondant à des connaissances pouvant être en dehors des objectifs généraux de la matière ou n'étant pas indispensables à la compréhension du problème.

4.3 Références bibliographiques

Avec le prosit doit être fournie à l'étudiant une liste de références bibliographiques de base. Il est important alors de contrôler les points suivants :

- la quantité de références fournies. Un nombre trop important risque d'égarer l'étudiant. On veillera cependant à diminuer ce nombre au fil des prosits en incitant les étudiants à chercher par eux-mêmes.
- la qualité, notamment pour les sites web. En effet, la facilité de recherche d'information sur le réseau mondial fait souvent oublier aux étudiants l'utilisation des ouvrages imprimés. Il est donc capital de les mettre en garde sur l'absence de contrôle des publications sur le web.
- la disponibilité des références.

4.4 Exemple de prosit

L'encadré 1 donne un exemple de prosit, proposé aux étudiants. Le guide du tuteur associé à ce prosit comportait les éléments suivants :

4.4.1 Vocabulaire

Le vocabulaire à éclaircir était :

- Cristaux liquides,
- liaison série,
- microprocesseur,
- microcontrôleur,
- périphérique,
- alphanumérique

4.4.2 Objectifs

Les objectifs de ce prosit étaient les suivants :

- Objectifs primaires :
 - fonctionnement et différences entre les microprocesseurs et les microcontrôleurs,
 - spécificités du microcontrôleur,

Philidor doit concevoir, pour son entreprise, un système de visualisation d'informations alphanumériques à cristaux liquides. Il s'agit d'afficher des nombres entiers ou réels représentant des grandeurs physiques issues de capteurs numériques, et qui lui parviendront par l'intermédiaire d'une liaison série. Un petit clavier à 16 touches sera également nécessaire pour effectuer quelques réglages, comme le choix d'échelle ou d'unité par exemple ou la mise à l'heure de l'horloge interne du système d'affichage. Les contraintes les plus importantes pour ce système, sont l'encombrement réduit que doit présenter le système et sa consommation en énergie qui doit être la plus faible possible pour pouvoir être alimentée par une batterie ou des piles en cas de coupure de secteur. Philidor s'interroge sur la solution à employer, microprocesseur ou microcontrôleur. Il souhaite également élaborer un schéma général de principe de manière à pouvoir établir une liste des périphériques nécessaires à la réalisation de son projet.

Encadré 1 : exemple de *prosit*

- notions d'entrées/sorties,
- Objectifs secondaires :
 - facilité de maintenance des systèmes à μc ,
 - puissance de calcul plus réduite des μc par rapport aux μp ,
 - volume réduit des μc ,
 - fiabilité des μc ,
 - notions de consommation d'énergie
- Objectifs tertiaires :
 - liaisons séries, réseaux, IC2, ...
 - gestion d'un clavier,
 - horloge temps réel,
 - CMS et BGA (pour les problèmes d'encombrements)
 - Systèmes de développement, fournisseurs

4.4.3 Références

La liste des documents incluait des références bibliographiques ainsi que des références de sites web. .

4.4.4 Autres outils

Des outils en ligne (simulateur de μp et simulateurs logiques notamment, écrits en java) sont également disponibles par l'intermédiaire du campus numérique de l'ULCO⁵ que nous avons introduit dans notre pratique de cours. Cet outil nous permet également de mettre plus facilement à disposition des étudiants les diverses références webographiques ainsi que quelques documents électroniques. Cette intégration des TICE⁶ dans notre méthode de travail est un élément supplé-

⁵ <http://pedago.univ-littoral.fr>

⁶ Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement

mentaire de motivation mais également un moyen d'expérimentation aisée [Erreur ! Signet non défini.]. Avec les étudiants en apprentissage, cette plateforme pédagogique permet également de garder le contact grâce à un forum et une messagerie et d'échanger des documents comme le compte-rendu rédigé par le scribe à chaque séance.

5 LES TRAVAUX PRATIQUES

Les enseignements ont été bâtis selon une progression conduisant de manière logique au thème étudié en travaux pratiques. Cela a facilité la construction de la progression des *prosit*s. En IESP, le thème retenu se voulait pluridisciplinaire, la formation étant elle-même généraliste, il s'agissait d'un capacimètre utilisant un circuit monostable dont la durée est proportionnelle à la capacité à mesurer, le microcontrôleur 8 bits étant chargé de mesurer la durée et de l'afficher. En master EIM, nous avons proposé la réalisation d'un métro- nome sophistiqué mettant en œuvre plusieurs temporisateurs en mode interruptif, une gestion de clavier et d'afficheurs multiplexés, un PWM pour générer des sons et un CAN pour lire la position d'un potentiomètre, le tout programmé en langage C. Les sujets de travaux pratiques ont été présentés comme des *prosit*s. Il n'y avait donc pas de questions précises posées aux étudiants, rien n'indiquait une marche à suivre. Les étudiants ont donc dû élaborer leur méthodologie de travail, établissant eux même les tests à effectuer, les fonctions à réaliser, etc...

6 LE QUESTIONNAIRE

6.1 Contenu

Nous avons soumis aux étudiants de M1 (l'autre formation n'est pas terminée à cette heure), au terme de notre parcours formatif, un questionnaire constitué d'une quarantaine de questions et inspiré du modèle proposé par [6] nous permettant d'évaluer la perception de la méthode APP par les étudiants, notamment sur la qualité des problèmes, clef de voûte de cette approche pédagogique. Notre objectif était de déterminer comment les étudiants percevaient la méthode d'une manière générale, et comment ils évaluaient les *prosit*s. Nous présentons dans le paragraphe suivant, quelques uns résultats les plus significatifs.

6.2 Résultats

- Pour la vingtaine d'étudiants interrogés, 75% des *prosit*s étaient acceptables.
- Concernant le style, la figure 1 montrent que les étudiants sont avant tout sensibles au réalisme des *prosit*s présentés.
- Ils sont par contre partagés quand à l'ouverture des *prosit*s, ne souhaitant des *prosit*s ni trop ouverts, ni trop directifs, comme le montre la figure 2. Ils souhaitent également un accroissement des documents annexes et des références bibliographiques fournis. Nous pensons que l'avis des étudiants sur ces deux

aspects, est lié leur démarrage dans la méthode de travail.

- La totalité des étudiants déclarent consacrer au moins une heure par semaine à la phase 2 (recherche bibliographique) et 56% d'entre eux vont jusqu'à trois heures en moyenne. Par rapport à l'analyse faite dans [6], ces valeurs sont très inférieures. Cela tient tout simplement au fait que dans notre formation, l'emploi du temps hebdomadaire n'est pas adapté à l'APP, les autres enseignements étant dispensés de manière classique.
- Environ 65% des étudiants pensent que les prosits sont utiles également lors de la phase 3 qui consiste en la mise en commun des connaissances acquises lors de l'étude bibliographique.
- Certaines critiques des étudiants font état d'une progression trop lente au début, rendant les derniers prosits trop ardues. Il s'agit, à notre avis, d'une erreur de jeunesse justifiée par un désir d'acclimatation à la méthode.

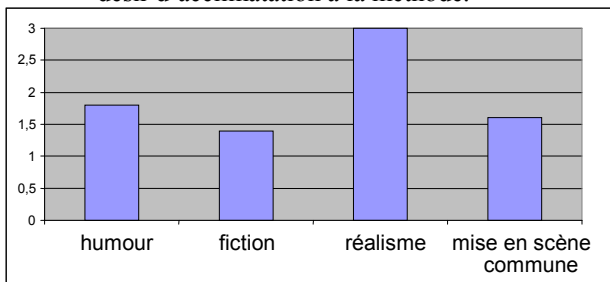


Figure 1 : Moyens.

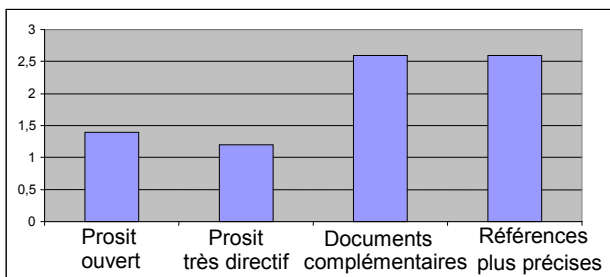


Figure 2 : Directivité des prosits et quantité de documents et références

7 L'ÉVALUATION

L'évaluation permet d'établir si l'étudiant a atteint les objectifs de la formation. Plusieurs modes d'évaluation, complémentaires, sont envisageables :

- pendant les séances : participation, pertinence des interventions, qualité des compte-rendus, ...,
- en travaux pratiques,
- en examen.

Pour l'examen, nous avons choisi de placer les étudiants dans une situation semblable à celle des séances d'étude d'un prosit. Toutefois, compte tenu du temps imparti pour l'épreuve (2 heures), nous avons pris

comme point de départ, un prosit déjà posé précédemment que nous avons fait évoluer vers un problème comportant des aspects évoqués dans les prosits suivants. Les résultats obtenus (moyenne de 9 à l'évaluation et moyenne de 13 en travaux pratiques) sont légèrement supérieurs à ceux obtenus les années antérieures et nous confortent donc dans notre pratique.

8 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Nous avons présenté notre expérience de mise en oeuvre de la méthode d'apprentissage par le problème à des enseignements d'informatique industrielle. Nous avons pu constater chez nos étudiants, au fil des séances, et ils nous l'ont confirmé lors de commissions pédagogiques paritaires, un intérêt certain pour la méthode de travail. Nous pensons que si cette formule pédagogique ne permet pas d'apprendre plus, en revanche, elle permet d'apprendre mieux en rendant les apprenants plus conscients de leur rôle dans le processus d'apprentissage. Nous espérons renouveler cette expérience l'an prochain en l'étendant à d'autres enseignements, et nous souhaitons attirer avec nous d'autres collègues dans cette aventure.

Bibliographie

1. G.Lachiver, D.Dalle, N.Boutin, A.Clavet, F.Michaud, et J-M.Dirand, *Programmes de génie électrique et de génie informatique axés sur le développement de compétences et des projets à l'Université de Sherbrooke*, IEEE Canadian Review 41, 2002
2. L.Guilbert et L.Ouellet, *Etude de cas, apprentissage par problèmes*, P.resses de l'Université du Québec, 2002
3. Stéphan Giroux, *Apprentissage par problèmes*⁷, Le saut quantique, 2002
4. H.Sauer, T.Avignon, M-T.Plantegenest, (2001), *Une initiation aux microprocesseurs pour les élèves ingénieurs de SupOptique*, CETIS-EEA, Clermont-Ferrant, France, 2001
5. P. Garda, L. Gaborit, B. Granado, K. Hachicha, S. Holé, A. Pinna, F. Bras et G. Cordurié, *Introduction aux microcontrôleurs à l'aide des familles ST10C16X/SAB80C16X*, CETIS-EEA, Toulouse, France, 2003
6. A.Soucisse, Y.Mauffette et P.Kandlbinder, *Les problèmes : pivots de l'apprentissage par problèmes (APP) et de la motivation ?*, RES ACADEMICA, Volume 21 no. 1, 129-150, 2003
7. D.Dalle, G.Denis, G.Lachiver, R.Hivon, N.Boutin et S.Bourque, *L'apprentissage par problèmes et par projets en ingénierie*, Département de Génie Électrique et de génie informatique, Université de Sherbrooke, Document de présentation, Août 2003

⁷ <http://www.apsq.org/sautquantique/doss/d-app.html>