

Chapitre 17

L'APPRENTISSAGE EN EQUIPE ET QUELQUES LOGICIELS POUR L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

A S Jonas Redwood-Sawyerr,
Vice-Chancelier et Directeur,
Université de Sierra Leone

Contexte et justification

La méthode d'apprentissage en équipe, appliquée à l'enseignement du module de la conception assistée par ordinateur avec la composante de stimulation par l'utilisation des logiciels Workbench Electronique et Polymath a obligé les étudiants à accepter en toute confiance le module et leur participation aux cours s'est considérablement accrue, surtout quand on reconnaît la facilité avec laquelle les circuits peuvent être correctement dessinés et analysés avant même leur construction et les essais en laboratoire ou en atelier. Les étudiants peuvent être aperçus en discussion à propos des méthodes de conception et des ajustements nécessaires afin de transformer des circuits pratiques en vue de mieux les perfectionner. Un manuel EWB a à présent été produit par l'un des groupes auquel la tâche fut confiée en tant que mini projet au niveau de la quatrième année, avant son introduction aux étudiants de Cinquième année, et avec des résultats remarquables.

La Résolution et l'identification des problèmes

La réflexion sur les observations faites par les étudiants au fil des années pour exprimer leur difficulté à comprendre certains des modules plus analytiques, a conduit à l'investigation et l'expérimentation d'autres méthodes d'enseignement afin d'encourager la capacité des étudiants à apprendre. La méthode la plus efficace a été l'introduction de certains aspects de l'apprentissage en équipe dans les modules ainsi que l'introduction d'outils logiciels pour faciliter l'apprentissage.

Conclusion et importance

- La confiance des étudiants pour aborder les concepts s'est accrue et la phobie qu'ils avaient de ce module a diminué.
- Les étudiants ont hâte de recevoir des didacticiels basés sur la méthode d'apprentissage en équipe, dans la mesure où ils fournissent un moyen d'échange et de discussions sur des concepts, permettant ainsi une meilleure compréhension des concepts ainsi que de meilleures notes pour l'évaluation continue.
- Les étudiants obtiennent maintenant de meilleurs résultats dans ces modules lors des examens.

L'article traite de ces expériences et des résultats qu'ils ont engendrés sur une période d'observation donnée.

Premiere Partie**L'apprentissage en équipe****(TBL) : Concepts et processus**

L'apprentissage en équipe (TBL) est une méthode éducative qui fait recours à des groupes d'élèves dans le processus d'apprentissage et en effet un processus d'enseignement de manière collaborative dans lequel, les contributions des deux groupes, les membres individuels de l'équipe (grâce à l'évaluation par les pairs), ainsi que la contribution de toute l'équipe (grâce à un processus de notation pour le maintien de l'Equipe) sont prises en compte ou pondérées dans le classement général de chaque élève. Les élèves sont tenus d'entreprendre une étude individuelle avant le début des cours et suivant leur état d'empressement en tant qu'individus et en tant que groupes, leur état de préparation en tant qu'individus et en tant que groupe est évalué dans le cadre de l'évaluation du cours.

Il leur fournit une introduction très utile pour le monde du travail en génie/ingénierie où la participation en équipe est au cœur de la plupart des opérations. L'approche d'apprentissage en équipe basée sur le TBL offre des structures sociales pour les étudiants qui vont aider les étudiants les plus faibles et renforcer la base des connaissances des étudiants plus doués grâce à leur participation à l'étude et à l'apprentissage interactif.

Cette approche nécessite cependant une refonte complète des cours et du système de notation. Les étudiants doivent être pleinement conscients des objectifs, exigences et avantages de cette approche dès le début de la formation afin de mieux les préparer et renforcer leur participation, surtout à cause de sa nouveauté et de sa particularité par rapport aux méthodes plus traditionnelles d'enseignement dans les universités auxquelles ils pourraient s'être plus habitués.

Les applications décrites dans le présent document et qui sont relatives au regroupement d'étudiants pour réaliser certaines tâches, sont inspirées des aspects de concepts de l'Apprentissage en Equipe. Quatre principes essentiels de cette activité sont : [Michaelson, L – <http://www.teambaselearning.org>.]

- 1) les groupes doivent être correctement constitués et gérés,
- 2) les étudiants doivent être responsables de leur travail individuel et collectif et prendre en compte les contributions que tous apportent à l'évaluation de leur performance finale.
- 3) les tâches assignées aux groupes doivent promouvoir à la fois l'apprentissage ainsi que le développement de l'équipe, et
- 4) les étudiants doivent avoir une rétroaction fréquente et en temps opportun.

La conception des activités à mettre en œuvre dans un contexte de travail en équipe est également très importante pour la réussite de cette méthode, car elle nécessite une planification minutieuse afin de ne pas être contre productive. Par exemple, si les membres du groupe se rendent compte qu'ils peuvent de façon individuelle atteindre les objectifs énoncés dans la mission qui leur est confiée, alors, il n'y a aucune motivation à coopérer et à collaborer dans cet exercice. Ceci est particulièrement vrai pour les étudiants les plus doués qui peuvent avoir le sentiment qu'ils doivent accompagner les étudiants qui sont plus faibles au détriment de leur rythme de travail, et peut-être leurs résultats [Michaelson et al, <http://www.teambaselearning.org>, Gurrie, J, 2003].

La méthode d'évaluation est également très importante pour réussir à transformer un groupe disparate d'étudiants en une équipe d'apprentissage cohésive. Si des notes individuelles sont attribuées uniquement et il n'y a aucune motivation à participer au groupe, les

étudiants pourraient ne pas se sentir engagés envers le groupe, ce qui peut par conséquent, faire perdre les avantages de cette méthode de formation. Toutefois, si les étudiants à l'intérieur d'un groupe prennent conscience qu'il y a des avantages mutuels dans le travail en équipe pouvant permettre d'atteindre de meilleurs résultats, ayant un impact sur leurs résultats scolaires individuels, alors, il y a suffisamment de motivation et d'intérêt pour le groupe.

Les avantages sont entre autres [Michaelson, L, <http://www.teambaselearning.org>]:

1. Le développement des capacités cognitives des étudiants dans des classes à grands effectifs
2. Les étudiants plus faibles bénéficient d'une garantie de sécurité grâce au soutien des membres de l'équipe
3. Les compétences interpersonnelles et d'équipe sont développées
4. Les membres du personnel sont obligés de participer pleinement aux cours puisque les conditions de surveillance de cette approche sont très exigeantes

La préparation du personnel et des étudiants pour aborder la méthode d'Apprentissage en Equipe (AeE)

Les enseignants qui se prévoient d'utiliser l'AeE doivent être eux-mêmes bien convaincus de son efficacité et conscients de ses exigences. Le temps requis pour la préparation des cours est réduite puisque les étudiants doivent maintenant mener des enquêtes comme faisant partie du processus d'apprentissage, et dont les aspects difficiles font l'objet d'explications en classe par l'enseignant. Des rétroactions fréquentes cependant sont très importantes pour la réussite de cette approche d'autant plus que la performance des membres de l'équipe ainsi que celle des groupes, propulsent davantage le processus et rendent les groupes plus compétitifs, surtout lorsque les résultats sont régulièrement publiés.

Il est également essentiel que les étudiants qui proposent des modules dans lesquels l'AeE est utilisé, soient pleinement conscients de ce que cela implique. Il doit y avoir assez de temps pour une bonne orientation de tous ceux qui optent pour ces modules, afin de bien les préparer à ces différences dans l'approche et à ces exigences, par

rapport aux autres modules enseignés par d'autres collègues, ou bien par le même enseignant qui pourrait avoir développé ses autres cours en utilisant une approche différente de celle de l'Apprentissage en Équipe (AeE). Les avantages et les inconvénients devraient être expliqués ; les exigences en matière de suivi et d'encouragement de l'équipe pour l'atteinte des objectifs fixés, de même que les aspects liés à l'étude individuelle qui précède le travail en classe, devraient également être bien clarifiés.

La re-conception des modules pour l'AeE

Les modules doivent être examinés avec soin et divisés en sous-unités de sorte que, bien que n'étant pas totalement indépendantes, indiquent la fin d'un concept.

Par exemple, un cours en Communications portant sur le thème de Techniques de Modulations pourrait être subdivisé en sous-thèmes de :

- Les Techniques de Modulation d'Amplitude
- Les Techniques de Modulation d'Angles
- Les Techniques de Modulation Numérique
- Les Schémas de Modulation d'Impulsions
- La Modulation du Code d'Impulsions

De même un module sur les Systèmes Numériques au niveau de la 3^{ème} année, pourrait avoir des sous-thèmes suivants de :

- Les Circuits logiques provenant des événements
- Les Circuits synchronisés ou circuits pilotés par horloge
- Les Dispositifs logiques tels que les TTL, le CMOS, etc.
- Les Registres à décalage et les Compteurs Commentaires

Du matériel de lecture pourrait être préparé pour les étudiants comme guide d'introduction, avec une liste importante de références bibliographiques. Ceci est très important comme on le verra dans l'évaluation des étudiants et l'exercice portant sur le processus d'évaluation de la préparation. L'instructeur ne doit pas se soucier pour les concepts de base ; il doit aborder les concepts les plus pointilleux qui peuvent émerger en tant que difficultés, suite au processus d'évaluation de la préparation effectuée pendant les sessions de classe.

Des tâches soigneusement conçues ou des activités visant à vérifier la compréhension des concepts appris par les étudiants, sont

très importantes pour le succès de l'approche de l'AeE. C'est souvent grâce à des techniques d'apprentissage axées sur les problèmes, où les étudiants doivent faire la relation entre les différents sujets étudiés pour trouver la solution, qui sont donnés. Le choix des problèmes devrait faire en sorte que les apports du groupe soient essentiels pour leur résolution et qu'un seul individu ne puisse pas les résoudre aisément. Les solutions de chaque problème doivent faire l'objet d'une vraie discussion, ce qui permet de faire des remarques afin d'améliorer le processus d'apprentissage et d'avoir la confiance des étudiants. Même si cela donne l'impression que cette approche ne permet pas de couvrir la totalité du programme, des sources d'information traditionnelles telles que des supports sous forme de photocopies peuvent être distribués et seuls les domaines plus difficiles sont discutés, ce qui laisse plus de temps pour le travail de groupe en classe. Les formateurs devraient également procéder à des révisions à la fin de chaque sous thème et vérifier à l'aide d'une liste de contrôle, la maîtrise des concepts importants par les étudiants. Ils devraient également donner aux étudiants, l'occasion de soulever d'éventuels problèmes qui auraient pu être occultés lors des discussions en classe. Cela garantit une bonne couverture des cours, même si certaines questions particulières peuvent ne pas être expérimentées en classe. Le processus d'évaluation du degré de préparation est institué pour chacun des sous thèmes, avec l'administration de tests préliminaires sur le niveau de préparation autant de fois que cela est possible.

Le temps alloué à chaque sous thème doit être scrupuleusement respecté par tous afin d'assurer l'accomplissement total du cours.

Les écueils et les forces de l'AeE

Les différences dans les approches ainsi que le style d'apprentissage peuvent constituer une pierre d'achoppement pour une mise en œuvre réussie de l'AeE. Certains étudiants sont naturellement «solitaires» dans leurs perspectives d'études et croient qu'ils peuvent mieux réussir en travaillant seuls. Lorsqu'ils sont confrontés à des problèmes, ils préfèrent chercher de l'aide auprès de leurs enseignants plutôt qu'auprès des collègues. Le taux de compréhension varie également d'un étudiant à l'autre et certains étudiants sont pressés de voir le groupe passer à l'étape suivante. D'autres travaillent mieux en groupes

et se sentent presque perdus lorsqu'ils se retrouvent à lutter tout seuls pour comprendre les nouveaux concepts. Ils sont cependant très productifs une fois qu'ils ont bien compris les concepts et les appliquent de manière appropriée, pour la résolution des problèmes. La conception des cours afin de prendre en compte les différents styles d'apprentissage est d'une importance capitale si l'on veut réussir l'AeE. Les étudiants devraient percevoir les avantages du processus et non pas le considérer comme un fardeau inutile et inhibiteur au lieu d'améliorer leur apprentissage. Les travaux doivent être conçus de manière à décourager la paresse sociale ou la présence de simples spectateurs c'est-à-dire, des membres de l'équipe qui réussissent grâce aux efforts des autres et qui fournissent le minimum d'efforts (*cavaliers libres*). Il faut aussi s'assurer que les étudiants les plus brillants n'aient pas l'impression de supporter leurs collègues moins doués à leur propre détriment. Ceci requière donc une méthode d'évaluation minutieuse qui intègre les performances individuelles et de groupe, l'évaluation des membres de l'équipe par les pairs ainsi que leurs contributions au processus.

La formation des groupes

Il est très important d'éviter l'utilisation de sous-ensembles qui se constituent naturellement dans la formation, par exemple sur la base de l'amitié, de l'origine ethnique, de la fréquentation scolaire, et d'autres milieux sociaux similaires car ceci va fausser l'objectif de transformer un ensemble d'individus disparates, de différents actifs et passifs, en une équipe soudée, qui collabore et qui est compétitive avec une volonté commune d'exceller dans leurs différentes missions. Nous allons ici discuter du processus grâce à un exemple en utilisant une gamme de participants à un récent atelier organisé pour le COREN (Le Conseil pour la Régulation de la profession de l'Ingénierie au Nigéria).

Exemple

Pour une population d'environ 50 participants, ce qui suit présente les étapes dans la formation de groupes, selon les critères ci-dessus énumérés. Dans des situations plus spécifiques, par exemple, dans un exercice CAD en génie électrique, les critères de sélection pourraient être du genre :

- i. L'expérience en logiciel CAD (ex. PSICE, AUTOCAD, EWB, Multisim, etc.)
- ii. La possession d'un ordinateur portable
- iii. La maîtrise de l'utilisation d'ordinateurs
- iv. Un enseignant en Electricité/Electronique ou un Ingénieur
- v. L'appartenance aux autres disciplines d'ingénierie
- vi. Aucune connaissance en informatique
- vii. Chercheur en Sciences Sociales ou en sciences Humaines

Les deux dernières catégories sont clairement des passifs dans le contexte de la tâche en voie de préparation

La constitution de Groupes

Imaginons la répartition suivante de postes :

Vice- Chanceliers	25
Doyens	15
Directeurs	5
Autres	5

Ceci peut être un exercice très animé et nécessite la pleine participation des étudiants ou des participants. Les participants sont disposés en lignes autour de la salle selon les différentes catégories identifiées, comme illustre ci-dessous dans le but d'apparier les actifs et les passifs dans chaque groupe. Tous les participants ayant des numéros similaires sont regroupés ensemble afin de former des groupes aussi doués que possible, à raison de 5 à 7 participants par groupe. Les étapes à suivre sont alors telles qu'illustrées.

PROCEDURE POUR LA FORMATION DES GROUPES - 50 participants**Etape 1 – Rangement linéaire des participants par catégories (4) en 5 groupes de 10**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VC1	VC2	VC3	VC4	VC5	VC6	VC7	VC8	VC9	VC10
	VC11	VC12	VC13	VC14	VC15	VC16	VC17	VC18	VC19
	VC20	VC21	VC22	VC23	VC24				
5	6	7	8	9	10	1	2	3	
4	5	6	7	8	9	10	1	2	
3	4	5	6	7	8				
VC25	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	
D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	HD1	HD2	
HD3	HD4	HD5	OTH1	OTH2	OTH3				
9	10								
OTH	OTH								

Etape 2 – Groupage de numéros similaires dans chaque catégorie en 10 groupes de 5 participants chacun, c'est-à-dire que tous les participants ayant le même numéro (en rouge) sont regroupés ensemble

GR1:	VC1	VC11	VC21	D6	HD1
GR2:	VC2	VC12	VC22	D7	HD2
GR3:	VC3	VC13	VC23	D8	HD3
GR4:	VC4	VC14	VC24	D9	HD4
GR5:	VC5	VC15	VC25	D10	HD5
GR6:	VC6	VC16	D1	D11	OTH1
GR7:	VC7	VC17	D2	D12	OTH2
GR8:	VC8	VC18	D3	D13	OTH3

GR9: VC9 VC19 D4 D14 OTH4

GR10: VC10 VC20 D5 D15 OTH5

Etape 3. Administration des RATs et autres exercices. On peut observer qu'il y a presque une distribution presque égale d'actifs (et de passifs en fonction de la catégorie "Autres") afin d'avoir un groupage équitable d'individus. Chaque groupe possède au moins deux Vices Chanceliers. En raison du faible nombre des autres catégories, la distribution n'est pas aussi uniformément répartie. Par ailleurs, à en juger par les sujets qui seront discutés, les groupes correspondent presque équitablement les uns aux autres.

La Procédure d'évaluation

Après la formation de groupes, un Test d'Evaluation de l'Etat de Préparation (TEP) est remis à chaque groupe pour une solution individuelle sans consultation. Immédiatement après, on administre le même test aux groupes pour une solution interactive de groupe, c'est à dire le TEP du Groupe, résultant des réponses des groupes aux questions.

Il existe un certain nombre de méthodes utilisées pour s'assurer que les contributions individuelles et de groupe, pour les différentes activités menées dans l'exécution d'un module, sont prises en compte dans l'évaluation de chaque étudiant ou membre du groupe. Cela doit être soigneusement fait afin de ne pas banaliser l'effet d'aucune contribution car cela pourrait conduire à la déception des étudiants dans le processus. Une telle méthode consiste en l'utilisation du pourcentage de la note d'évaluation par les pairs qui est actuellement en discussion.

La méthode d'Evaluation par les Pairs (en pourcentage)

Dans cette méthode, un facteur de multiplication de pourcentage est utilisé dans le calcul de la note finale des étudiants pour le cours. On utilise aussi les notes obtenues dans le Test d'Evaluation de Préparation à la fois pour le travail individuel et pour le travail de groupe. Les notes d'activités des groupes, y compris RAT, et les tâches administrées en utilisant une approche d'apprentissage basée sur la résolution d'un problème, sont ajustées par ce multiplicateur et ensuite ajoutées aux

notes individuelles qui se composent des notes RAT individuels et de celles des Examens de même que d'autres tests individuels qui ont pu être administrés.

Des écrits suggèrent que les points attribués aux activités individuelles et de groupe, soient décidées par le groupe et qu'il y ait un consensus sur la pondération des deux catégories de notes. Une répartition sure pourrait être de 70% pour les notes individuelles et une pondération de 30% pour le travail de groupe. Il est demandé à chaque membre d'équipe de remplir le formulaire d'Évaluation par les Pairs (Tableau 1 joint en annexe), sur lequel une évaluation de chaque membre d'équipe est faite, à l'exception de l'évaluateur, sur la base de:

- i. Le degré de préparation des membres de l'équipe pour le module qui sera dispensé
- ii. Le degré de contribution des membres de l'équipe
- iii. La disposition d'attitude, c'est-à-dire la flexibilité, l'adaptation ainsi que le respect des idées des autres par les membres de l'équipe.

ETAPE 1

Résultats de l'Évaluation par les Pairs

Dans cet exemple, des groupes de cinq membres sont formés. Un échantillon d'un formulaire est donné dans le Tableau 1, comme le montre celui de Babatunde.

Tableau1. Formulaire du membre de l'équipe, Babatunde

	Nom des membres de l'Equipe	Notes sur 100
A.	Babatunde	Aucune
B.	Uche	xx
C.	Lyatunde	xx
D.	Adeze	xx
E.	Omotayo	xx

Total de points attribués sur 100.

Il faut noter que Babatunde ne s'est pas attribué lui-même de points, c'est-à-dire aucune note attribuée par l'évaluateur pour lui-même.

ETAPE 2

Nous calculons maintenant le total des points pour chaque membre de l'équipe et exprimons la somme en pourcentage comme dans le Tableau 2,

Tableau 2 : note de l'Evaluation par les Pairs

	Babatunde	Uche	Iyatunde	Adeze	Omotayo
Babatunde	-	20	25	30	25
Uche	30	-	20	30	20
Iyatunde	25	20	-	25	30
Adeze	30	20	25	-	25
Omotayo	25	30	25	20	-
Totals	110	90	95	105	100

Les totaux pour chaque membre d'équipe exprimés en pourcentage deviennent la Note individuelle de l'Evaluation par les Pairs (SEP). Par exemple Le SEP de Babatunde sera de $110/400 = 27,5\%$

Notation finale du module

Ceci a trois composantes comme cela est présenté ci-dessous

A. Activités individuelles

- a. Note de RAT yy
- b. Notes de tests xx
- c. Examens zz
- Note individuelle totale $\sum (a, b, c) = P$

B. Activités de groupes

- a. Note de RAT aa
- b. Devoir de groupe bb
- Note totale de groupe (en pourcentage) $\sum (a, b) = Q$. **Cette note est la même pour chaque membre du groupe**

C. note de groupe ajustée (SAG) prenant en compte la note individuelle de l'Evaluation par les Pairs

AGS = PES x Q. Ceci donne une pondération reflétant la contribution de chacun au travail de groupe tel qu'évalué par leurs pairs

D. Note globale pour l'ensemble du module = $0.7P + 0.3AGS$

Il s'agit de la somme pondérée de la note individuelle et de la note ajustée du groupe, prenant en compte la contribution en pourcentage convenu des deux activités à l'évaluation finale comme indiqué plus tôt.

Deuxieme Partie

Quelques applications

Le manque de simultanéité diachronique (c'est-à-dire l'application des connaissances acquises lors d'une formation ou d'un programme antérieur à une situation présente), dans l'apprentissage par beaucoup d'étudiants, crée des difficultés pour les enseignants et nécessite souvent une révision des concepts déjà abordés, par exemple en Mathématiques, que l'on pourrait exiger pour une analyse dans un module d'ingénierie. Ceci peut ne pas être le seul obstacle dans l'intégration des concepts entre différents modules qui s'inspirent de matériels d'origine semblable. Un exemple typique est le module enseigné au 4^{ème} niveau où, dès le début, le sujet d'analyse spectrale des signaux est traité en utilisant l'analyse de Fourier. Cette section explique comment certains aspects du TBL sont utilisés dans l'enseignement de certains modules sélectionnés dans un cours de génie électrique et électronique.

Cet auteur a connu les méthodologies d'enseignement alternatives reflétant l'apprenant il y a environ une décennie, suite aux discussions menées lors de la Première Conférence Régionale Africaine sur la formation en ingénierie (CRAFI), qui s'est tenue à Lagos après la présentation d'un article instructif de [Fraser, D M, (2002)]. L'auteur a proposé d'utiliser deux méthodes pour obtenir la rétroaction des étudiants qui aideront les enseignants à évaluer le processus d'apprentissage. La première méthode consistait en la rédaction par chaque étudiant en une minute, des questions clés retenues du cours, immédiatement à la fin de celui-ci. La seconde méthode repose sur des activités de groupes portant sur les didacticiels. Cette méthode était axée sur la division de la classe en groupes, dont la taille dépend du nombre d'étudiants dans la classe. Des questions portant sur les didacticiels sont données aux groupes, et chaque groupe est tenu de présenter une solution du problème qui reflète leur commun effort. Cette méthode a été introduite dans deux modules au niveau de la Quatrième Année, où les étudiants éprouvent en général des difficultés

à réussir dans l'Analyse des Signaux (EENG 422) et les Systèmes Numériques (EENG 421). Le module sur l'Analyse des Signaux vise à favoriser des applications d'ingénierie et la compréhension d'un certain nombre de concepts mathématiques, traités au cours des années antérieures au niveau du Département de Mathématiques, telle que l'analyse de Fourier (c'est-à-dire les séries et transformations de Fourier) ainsi que leur application à l'analyse spectrale, les exigences pour le courant électrique et de la bande de transmission de signaux. D'autres nouveaux thèmes tels que la Convolution et l'autocorrélation en tant que matériel de base des modules de Communications, et les systèmes de temps discrets et de transformations z , comme un prérequis pour les concepts au niveau de la Théorie du Contrôle, sont introduits et expliqués. Le module sur les systèmes numériques est constitué de sujets portant sur la conception séquentielle logique (des circuits synchrones et asynchrones), des familles et dispositifs logiques. Ces derniers comprennent, entre autres, les TTL, les dispositifs CMO, les multi vibreurs, et les conditions pour l'interface et charge/pondération électrique.

Une méthode similaire a été utilisée pour la Conception Assistée par Ordinateur au niveau du module EENG527 en 5^{ème} année. Ce module présente aux étudiants une procédure interactive d'analyse des circuits et utilise par la suite le Workbench Electronique comme logiciel pour la simulation de circuit.

Observations

- 1 L'atmosphère pendant ces sessions est parfois bruyante mais dynamique lorsque les discussions et les arguments sont en cours, reflétant la synthèse et l'analyse des idées avancées par les membres de chaque équipe au fur et à mesure qu'ils sont aux prises avec les solutions des problèmes. Les étudiants faibles reçoivent une aide significative pendant ces sessions et les plus forts consolident leur compréhension des concepts en essayant d'aider les plus faibles, ce qui conduit à un exercice mutuellement bénéfique.
- 2 Dans le cas des classes à effectifs plus réduits, où il peut y avoir seulement deux à trois groupes d'environ trois étudiants, il a

été remarqué qu'un des étudiants est sélectionné pour noter les idées de tous les groupes au tableau, au fur et à mesure qu'ils argumentent et discutent la solution. A la fin de la session, les solutions sont copiées et transmises étant qu'efforts du groupe.

- 3 Les notes des étudiants étaient améliorées à la grande satisfaction de l'auteur, puisque les autres méthodes essayées antérieurement donnaient des résultats variables et moins satisfaisants.
- 4 Les étudiants appréciaient ces sessions

Cette méthode permet également à l'enseignant d'avoir une évaluation supplémentaire des étudiants, sans connaître les difficultés généralement rencontrées dans les classes à grands effectifs, en ce concerne la correction de nombreuses copies, une situation qui pourrait dissuader l'administration d'expériences et même des devoirs. Moins de solutions sont exigées pour la note et les étudiants sont mieux informés grâce à l'interaction avec leurs pairs. Bien entendu, la solution peut être discutée formellement au cours d'un didacticiel en classe, surtout s'il y a des variations significatives dans les solutions proposées par les groupes, ce qui peut être révélateur des difficultés rencontrées dans la compréhension d'un concept introduit donné.

Le module de la Conception Assistée par Ordinateur (CAO)(ENG52) – Théorie et pratique

Le module de la CAO est donné en 5^{ème} Année du programme d'études au cours du 2^{ème} semestre. Il couvre des domaines tels que les algorithmes généraux pour l'analyse des circuits, l'analyse de la sensibilité des circuits, l'infographie et l'introduction au logiciel Electronique Workbench (EWB). Cette dernière composante a à la fois des traitements théoriques et pratiques. Ces composantes font également l'objet d'expériences au cours des examens, et les notations de 60% et 40% leur sont attribuées respectivement

Le logiciel EWB a un usage très familier pour l'esquisse ainsi que pour l'analyse de circuits. Ses installations pour l'impression sont tout aussi

raisonnables et les options pour imprimer des listes de pièces ainsi que tous instruments, graphiques, etc. peuvent être tout à fait utiles. En l'espace de quelques minutes d'introduction, les étudiants peuvent dessiner des circuits compliqués et les analyser ainsi que l'utilisation des Diagrammes de Bode, des oscilloscopes virtuels, des compteurs analogiques, des générateurs de fonctions, des analyseurs logiques et installer des dispositifs tels que les LED, les ampoules électriques, les équipements à sept segments, et de nombreux autres pour les circuits analogiques et les circuits numériques. Il dispose également d'un fichier d'assistance très utile. Il a Windows look-and-feel avec pull-down l'aspect et la touche de Windows avec des menus déroulants et une bibliothèque de composants de circuits et d'instruments de mesure qui sont accessibles à l'utilisateur. En fait, il simule le véritable laboratoire.

Voici quelques exemples de circuits utilisés dans le cours, et les étudiants reçoivent des didacticiels de groupes qui sont chronométrés, ainsi que des expériences pratiques. En utilisant le Diagramme de Bode et les installations de du générateur de fonctions, les circuits sont analysés. Des variations de composants peuvent être effectuées pour des recherches sur les effets des changements sur les performances du circuit avant de le construire en laboratoire. Ceci est utile dans l'analyse de la sensibilité des paramètres des circuits.

Quelques exemples

Circuit de filtrage pour le réglable du modèle T jumelle

La figure 1 montre un circuit de bande (filtre cran) facteur Q deux T réglable Le facteur Q est donné par l'expression

$$Q = f_0 / (f_2 - f_1)$$

(1)

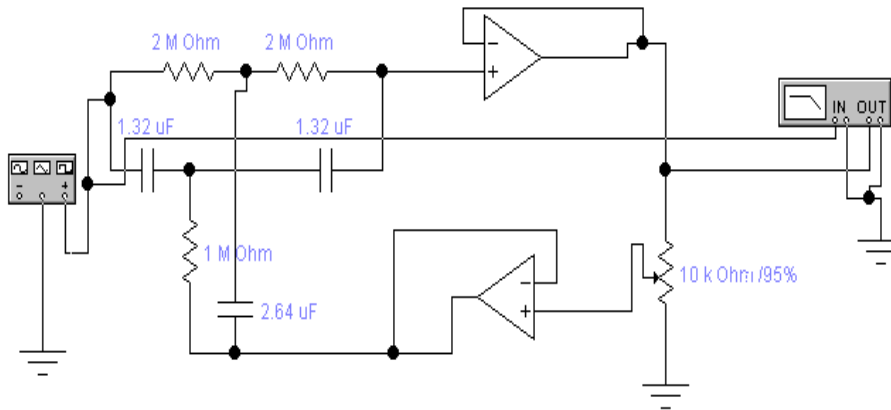
où f_0 est la fréquence du centre du cran et f_1, f_2 sont les 3 fréquences dB de chaque côté de la fréquence du cran. Aussi la fréquence du cran est donnée par

$$f_0 = (1/2\pi) \{ \sqrt{[(C_1 + C_3) / (C_1 C_2 C_3 R_1 R_3)]} \}$$

(2)

où $R_1 = R_3 = 2M\Omega$, $C_1 = C_3 = 1.32\mu F$, $R_2 = 1 M\Omega$, $C_2 = 2.64 \mu F$, $R_4 = 10 k\Omega$ variable [Stout and Kaufman, 1976].

En ajustant la résistance variable de 10 k Ω , le facteur Q du circuit peut être varié sans affecter la fréquence du cran



.Figure 1. Un filtre facteur Q réglable

La figure 2 démontre l'affichage sur le dispositif de Bode, montrant les caractéristiques du filtre réjecteur à partir duquel toutes les caractéristiques du filtre, telles que : la fréquence d'encoche, l'atténuation d'encoche et les valeurs de l'atténuation spécifique lues à une fréquence donnée.

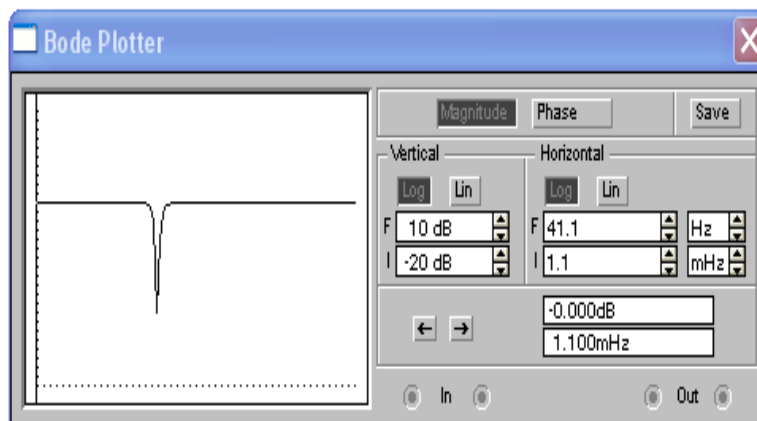


Figure 2. Disposition des caractéristiques du filtre Notch

Compteur-décompteur parallèle avec sélection de commutateur

La figure 3 montre un dispositif d'un compteur-décompteur avec fonction de sélection obtenue à l'aide de commutateurs « EN HAUT et EN BAS ». Les commutateurs ne doivent pas être EN HAUT simultanément. Ceci est un circuit intéressant qui traite également du fonctionnement de l'interrupteur à bascule dans le logiciel EWB

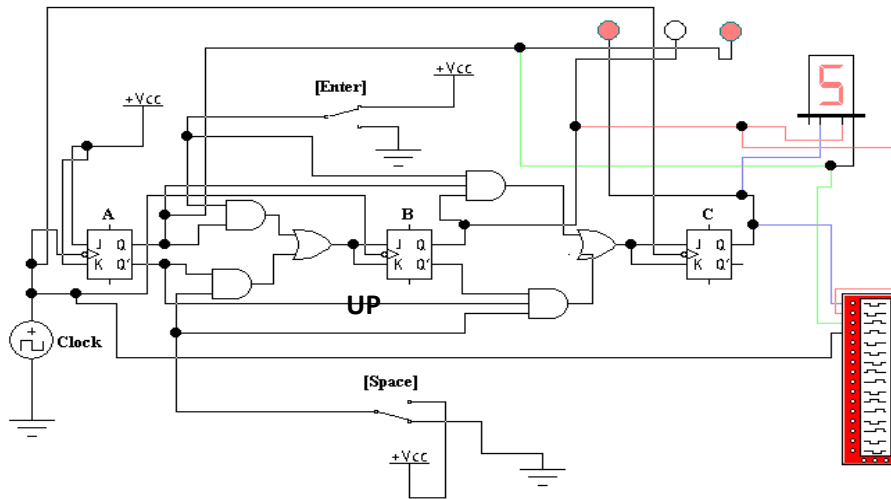


Figure 3. Un compteur parallèle Mod-8 régulier HAUT-BAS

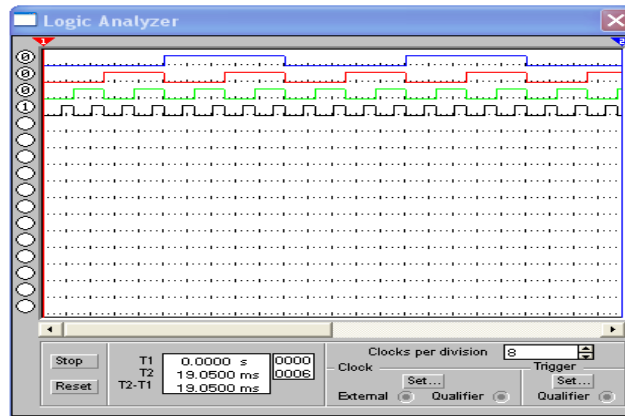


Figure 4. L'affichage de l'analyseur logique EWB indiquant la séquence de comptage

Application du logiciel Polymath

POLYMATH™ est un système de calcul fiable qui a été spécialement conçu à des fins pédagogiques. Les différents programmes POLYMATH permettent à l'utilisateur d'appliquer les techniques d'analyse numérique interactive efficaces pendant la résolution des problèmes sur des ordinateurs personnels. Les résultats sont présentés sous forme de graphiques pour faciliter la compréhension et pour l'incorporation dans les documents et les rapports. Des ingénieurs, mathématiciens, scientifiques, étudiants, ou toute personne ayant besoin de résoudre des problèmes, pourront apprécier l'efficacité et la rapidité dans la résolution des problèmes.

Le logiciel POLYMATH comprend un **éditeur** plein écran en couleurs. De nombreux agencements ont été optimisés pour l'efficacité des utilisateurs. Il est également intégré dans le logiciel POLYMATH 6.1, une nouvelle et UNIQUE fonction permettant d'exporter automatiquement tout problème POLYMATH vers Excel grâce à une seule touche. Ainsi, les problèmes peuvent être complètement résolus dans POLYMATH ou exportés vers Excel™ afin de trouver la solution. Un grand penseur ODE_Solver Add-in est inclus pour la résolution des équations différentielles ordinaires dans Excel. L'exportation automatique vers Excel comporte toutes les fonctions intrinsèques et

variables logiques. Des équations commandées peuvent être également fournies pour aider avec des options de solutions Matlab™ pour les problèmes POLYMATH [Cutlip, 2009].

Des informations sur POLYMATH peuvent être obtenues à partir du Site WEB POLYMATH qui contient également de nombreuses références à des problèmes et des matériels pédagogiques <http://www.polymath-software.com/>

L'UTILISATION DU POLYMATH ET DU MULTISIM

ANALYSE NODALE

L'analyse nodale fournit une procédure générale pour l'analyse des circuits utilisant les nœuds de voltage en tant que variables de circuit. Un circuit peut être analysé par l'obtention d'un ensemble d'équations simultanées qui sont ensuite résolues afin d'obtenir le voltage/courant souhaité à l'aide des logiciels polymath. Dans la présente section, le logiciel Multisim™ a été utilisé pour la comparaison de simulations.

EXEMPLE : LE COURANT DE FIL ELECTRIQUE

Déterminer le voltage du fil électrique dans chaque boucle représentée sur la Figure 5

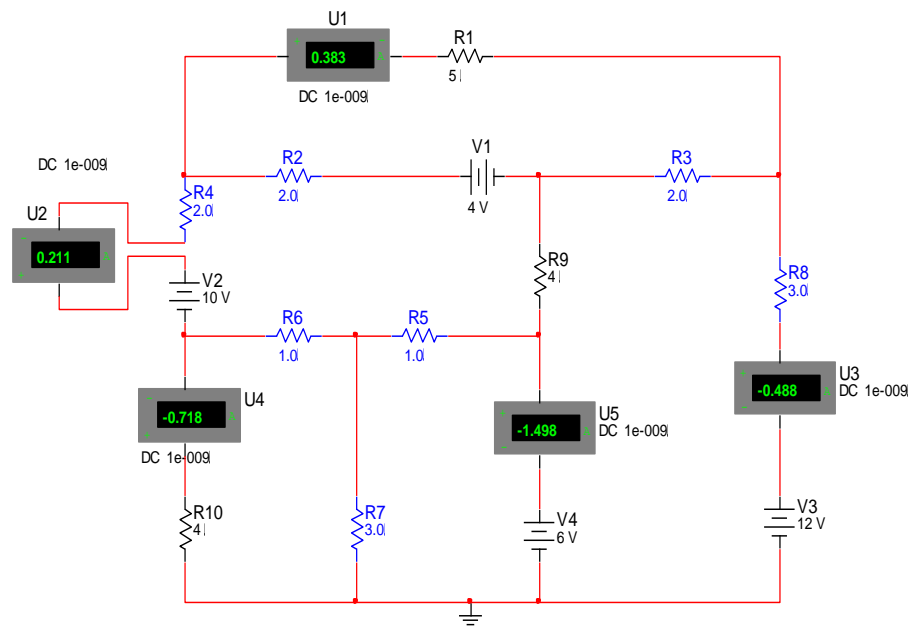


Figure 5. Exemple d'utilisation de l'Analyse du Fil électrique

La figure 5 montre le maillage actuel avec l'ampèremètre attaché à chaque boucle.

Les équations du maillage du courant sont indiquées ci-dessous.

$$9I_1 - 2I_2 - 2I_3 = 4 \dots\dots [3]$$

$$-2I_1 + 10I_2 - 4I_3 - I_4 - I_5 = 6 \dots\dots [4]$$

$$-2I_1 - 4I_2 + 9I_3 = -6 \dots\dots [5]$$

$$-I_2 + 8I_4 - 3I_5 = 0 \dots\dots [6]$$

$$-I_2 - 3I_4 + 4I_5 = -6 \dots\dots [7]$$

Utilisation du polymath pour résoudre les équations de 3 à 7 ci-dessus donnent les résultats ci-dessous suivants :

Rapport POLYMATH

Equations linéaires

19-Aug-2009

Solutions des Equations présentées de façon Linéaire

	Variable	Valeur
1	i1	0.382949
2	i2	0.2110412
3	i3	-0.4877708
4	i4	-0.7183788
5	i5	-1.986024

Les

[1]	9·i1	-	2·i2	-	2·i3	=	4
[2]	-2·i1	+	10·i2	-	4·i3	-	i4 - i5 = 6
[3]	-2·i1	-	4·i2	+	9·i3	=	-6
[4]	-i2	+	8·i4	-	3·i5	=	0
[5]	-i2	-	3·i4	+	4·i5	=	-6

équations**Matrixes de coefficients et vecteur beta**

	i1	i2	i3	i4	i5	beta
1	9.	-2.	-2.	0	0	4.
2	-2.	10.	-4.	-1.	-1.	6.
3	-2.	-4.	9.	0	0	-6.
4	0	-1.	0	8.	-3.	0
5	0	-1.	0	-3.	4.	-6.

Général

Nombre d'équations: 5

Conclusions

L'apprentissage reposant sur le travail en équipe offre une gamme variée de possibilités d'amélioration de l'apprentissage des étudiants dans un environnement concurrentiel, où des structures de soutien sont disponibles au sein des groupes. Le monde de l'ingénierie repose sur le travail d'équipe et cette méthode d'apprentissage et de recherche de solutions caractérise le monde du travail et par conséquent ouvre une fenêtre sur le monde réel pour les étudiants. Une planification minutieuse est cependant essentielle pour son acceptation et les étudiants doivent être pleinement sensibilisés à l'objectif de l'enseignant dans l'utilisation de l'AeE pour son module avec des explications complètes données concernant le processus, les avantages et inconvénients de la méthode. Quelques avantages en valeur ajoutée du l'AeE sont le développement des compétences interpersonnelles et communicationnelles ainsi que la confiance dans la défense des décisions prises. Comme les compositions des groupes sont maintenues pendant tout le cours, les groupes évoluent du statut d'un ensemble disparate d'étudiants vers une équipe soudée et collaborative dans laquelle, en plus de leurs engagements académiques, les membres de l'équipe se soutiennent socialement dans la mesure où ils partagent l'obligation d'œuvrer ensemble pour une performance optimale de chaque membre de l'équipe afin que le groupe connaisse du succès.

Les logiciels de conception Assistée par Ordinateur aide les étudiants dans l'appréciation du domaine de simulation de conception. Cependant, ceci exige aussi une planification minutieuse ainsi que des objectifs clairs pour la tâche. Le travail de groupe apporte des défis et crée une atmosphère plus informelle et interactive pour l'apprentissage. Une exposition directe aux logiciels renforcera à n'en pas douter le processus d'apprentissage et offre une plus grande pertinence pour la couverture théorique des sujets analysés.

Bibliographie

- Cutlip, Michael (2009) : <http://www.polymath-software.com>
- Gurrie, J. (2003): 'What's Your Problem? Increasing Student Motivation and Quality of Participation in Discussions through Problem Based Learning.' <http://www.ou.edu/idp/teamlearning/materials.htm>.
- Fraser, D. M. (2002): 'Coping with a Diverse Student Body in Engineering Education,' Conference Proceedings, African Regional Conference on Engineering Education and Sub-regional Workshop on New Engineering Curriculum, University of Lagos, Lagos, Nigeria, 23-25 September 2002.
- Michaelsen, L. (undated) : 'Getting Started with Team Based Learning,' <http://www.teambasedlearning.org>. Michaelsen, L, L. Dee Fink, A. Knight. 'Rewarding Group Success – Designing effective Group Activities. Lessons for Classroom Teaching and Faculty Development.'
- Redwood-Sawyerr, J. A. S. (1995): 'Education and Training of Engineers: The Sierra Leone Experience and Gender Considerations' *Engineering Science and Education Journal*, June 1995, pp. 109 –115.
- Redwood-Sawyerr, J. A. S. (2002): 'Engineering Education : Challenges of Access and Constraints,' African Regional Conference on Engineering Education and Sub-regional workshop on New Engineering Curriculum, University of Lagos, Lagos, Nigeria, 23-25 September 2002
- Redwood-Sawyerr, J. A. S. (2008): 'Improving Learning through a Team based Approach in the Teaching of Computer Aided Design and Signal Analysis Modules in Electrical Engineering,' ASEE Global Colloquium on Engineering Education, University of Cape Town, Cape Town, South Africa, 19-23 October 2008, CD-ROM compilation. <http://www.asee.org>
- Stout, D. F. and Kaufman, M. (1976): *Handbook of Operational Amplifier Circuit Design*. Publisher, McGraw-Hill Book Company
- Team based learning sites:
<http://www.ou.edu/idp/teamlearning/materials.htm>,
<http://www.tlcollaborative.org>,
<http://www.teambasedlearning.org>.

APPENDICE**PROCEDURE D'ÉVALUATION**

Utilisation de l'évaluation individuelle par les pairs

Formulaire d'Évaluation par les pairs

On demande à chaque membre d'équipe de remplir le formulaire d'Évaluation par le pairs dans le Tableau A, sur lequel on évalue chaque membre d'équipe excepté l'assesseur basé sur :

- i. État de préparation de chaque membre d'équipe pour le cours à donner*
- ii. Le niveau de contribution apportée par les membres d'équipe*
- iii. Disposition d'attitude, i.e. flexibilité des membres de l'équipe*

Nom de l'ÉvaluateurTitre et code du Module :

Numéro du groupe

Tableau A. Formulaire d'Évaluation par les pairs

	Nom du membre de l'équipe	Points attribués pour la contribution	Commentaires/justification
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
	Total de points attribués	100 points	