

Nouvelles stratégies pédagogiques pour accroître l'attractivité de l'électronique analogique en 1^{ère} année DUT GEii

Dominique Ligot¹, Christine Marguet¹ (porteur du projet TICE), Véronique Sanglard²
dominique.ligot@univ-lyon1.fr

¹ARThémIs – Atelier de Recherche Thématique Instrumentation - IUT Lyon 1 - Département GEii
Université Lyon 1 - Université de Lyon -17 Rue de France F-69627 Villeurbanne cedex

²IUT Lyon 1 - Département GEii
Université Lyon 1 - Université de Lyon-17 Rue de France F-69627 Villeurbanne cedex

RESUME : Dans le cadre de la 1^{ère} année de DUT GEii, nous avons décidé de mener à bien un projet TICE (Techniques de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement) pour accroître l'attractivité des modules d'électronique analogique et réduire le taux d'échec des étudiants. Nous avons mis en œuvre plusieurs stratégies pédagogiques : définition des buts et savoir-faire de chaque chapitre étudié, mise en ligne de QCM entre cours magistral et séance de travaux dirigés, mise en place d'un défi Jigsaw et enfin augmentation de l'interactivité lors des cours magistraux. Ces différentes stratégies ont été développées dans le cadre de l'électronique analogique mais peuvent être facilement adaptées à d'autres matières dont l'enseignement est dispensé sous la forme de CM, TD et TP.

Mots clés : électronique analogique, stratégies d'enseignement, savoir-faire, taxonomie de Bloom, TICE, QCM, Jigsaw

1 CONTEXTE

En tant qu'enseignantes en électronique analogique dans le département Génie Electrique et Informatique Industrielle (GEii) de l'IUT Lyon1, nous constatons depuis quelques années la désaffection des étudiants pour cette matière pourtant source de nombreux débouchés professionnels. En effet, seulement 15% des étudiants en 2^{ème} année choisissent le parcours ETTS (Electronique de transmission et de traitement du signal), parmi les 3 proposés. De plus, actuellement, la réussite des étudiants aux évaluations n'est pas satisfaisante (note moyenne de la promotion entre 8/20 et 10/20 pour des exercices-types déjà réalisés en séance de travaux dirigés).

Pour enrayer cette désaffection, nous avons décidé de prendre du recul sur l'apprentissage et d'envisager différentes stratégies d'enseignement afin d'accroître l'implication et l'engagement des étudiants dans le domaine de l'électronique analogique. C'est pourquoi, en juin 2011, nous avons répondu à l'appel à projet « TICE et pédagogie » lancé par le service ICAP [1] (Innovation Conception et Accompagnement pour la Pédagogie) de l'université Lyon1, avec pour objectif de rendre cette matière plus attractive.

Ce projet qui a été retenu, porte sur les modules obligatoires d'électronique analogique des semestres 1 et 2 (EN1 et EN2). Ces modules s'adressent à une promotion de 210 étudiants, tous bacheliers S (SVT, SI, STI). L'enseignement dispensé jusque là est assez classique. Il se répartit entre cours magistraux (CM) sous forme

d'amphithéâtre d'une centaine d'étudiants, séances de travaux dirigés (TD) et séances de travaux pratiques (TP). En CM, les enseignants utilisent comme support des transparents et un recueil de figures de cours est fourni aux étudiants.

Les volumes horaires par étudiant sont les suivants :
module EN1 (S1) : 24h CM, 25.5h TD, 39.5h TP
module EN2 (S2) : 12h CM, 12h TD 17.5h TP.

Après une présentation, dans une première partie, des objectifs du projet TICE (Techniques de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement), nous développons dans une deuxième partie les stratégies pédagogiques retenues et leur mise en place.

2 PRESENTATION DES OBJECTIFS DU PROJET TICE ET PEDAGOGIE

2.1 Accroître l'attractivité de l'électronique

Dans le contexte de l'enseignement classique présenté précédemment, nous avons effectué les constats suivants :

- seulement 60% des étudiants assistent régulièrement aux cours magistraux
- les étudiants arrivent en travaux dirigés sans avoir consulté leur cours
- le travail personnel des étudiants est très insuffisant ou mal organisé
- leur emploi du temps hebdomadaire est très chargé (30 à 35h en moyenne), la charge de travail hebdomadaire demandée doit rester réaliste.

Pour accroître l'attractivité de l'électronique analogique, nous nous sommes donc fixés les objectifs suivants :

- augmenter l'attractivité et l'efficacité du CM
- créer un lien "obligatoire" entre CM et TD afin que les étudiants arrivent en TD en connaissant leur cours et donc prêts à travailler, ce qui favorisera l'apprentissage en TD
- aider les étudiants à mieux organiser leur travail personnel.

Pour atteindre ces objectifs, nous avons suivi deux pistes. La première porte sur la réalisation de nouveaux supports de cours magistraux avec de nouvelles modalités d'utilisation par les étudiants grâce à la plateforme SPIRAL CONNECT (plateforme pédagogique de l'université Lyon1) [2]. La seconde concerne la mise en place de nouvelles stratégies d'enseignement plus centrées sur l'apprenant. Ces stratégies, qui positionnent l'étudiant au cœur du processus, présentent de nombreux avantages. Elles génèrent une meilleure attention de l'étudiant car on s'adresse directement à lui, ce qui augmente l'efficacité de l'apprentissage et l'aspect relationnel. Elles permettent de favoriser l'accompagnement des étudiants vers l'autonomie. De plus, elles mettent en évidence l'investissement de l'enseignant.

Afin d'adapter nos innovations pédagogiques aux besoins exprimés par les étudiants, nous avons commencé par réaliser une évaluation des modules EN1 et EN2.

2.2 Evaluation des modules EN1 et EN2

Cette évaluation est réalisée sous la forme d'un questionnaire anonyme adressé à tous les étudiants de 1ère année (165 réponses pour 175 étudiants concernés). Nous avons obtenu ce très fort taux de réponses en expliquant clairement notre démarche pédagogique aux étudiants :

- pourquoi nous l'entreprenons
- c'est nous enseignants qui avons besoin de leur avis et non pas l'institution
- nous allons utiliser les résultats immédiatement

et en attribuant un point bonus au devoir surveillé.

Après dépouillement, nous avons repéré trois points qui concordaient avec nos observations :

- le temps de travail consacré par semaine pour le module est de 1/2h à 1h (cf. fig 1)

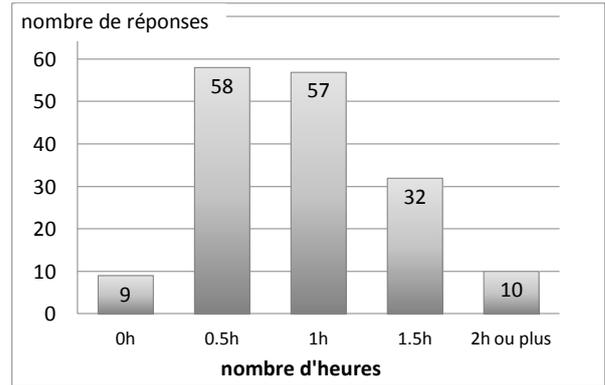


fig 1 : Nombre d'heures de travail personnel par semaine pour les modules EN1 et EN2

- une bonne partie des étudiants (46%) estime que leur travail personnel en dehors des cours est insuffisant (cf. fig 2.)

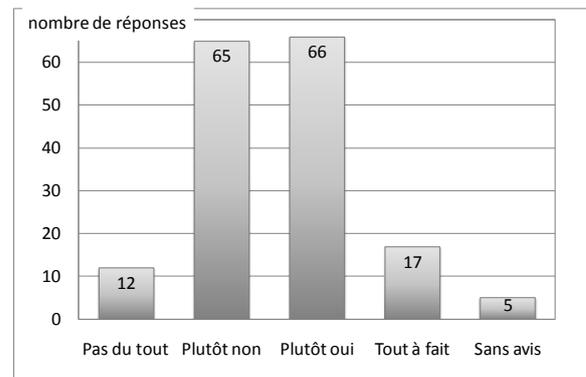


fig 2 : Réponses données à la proposition : « J'estime que mon travail personnel en dehors des cours est suffisant »

- beaucoup d'étudiants (38%) ne se sentent pas suffisamment préparés pour aborder les TD (cf. fig. 3)

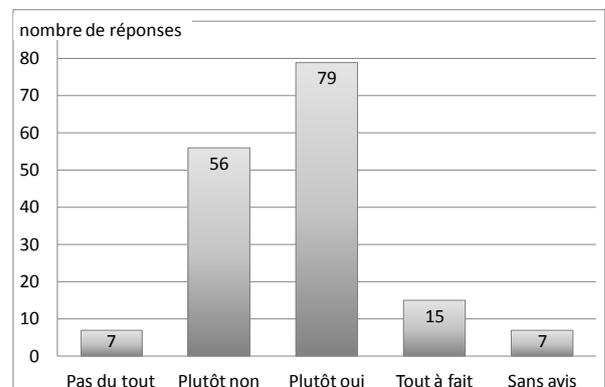


fig 3 : Réponses données à la proposition : « Je suis suffisamment préparé(e) pour aborder les TD »

Le constat que nous avons fait est confirmé par les étudiants lors de cette évaluation. Ce qui confirme la nécessité de mettre en place une nouvelle organisation pédagogique qui permet :

- de rendre le travail personnel des étudiants plus efficace, sans alourdir la charge de travail hebdomadaire (au minimum 1h)
- aux étudiants d'assimiler le cours avant de venir en TD

3 CHOIX DES STRATEGIES D'ENSEIGNEMENT

Nous avons choisi de mettre en œuvre 5 stratégies d'enseignement [3]. Tout d'abord, nous avons clairement défini les **buts et savoir-faire** de chacun des chapitres étudiés afin de permettre aux étudiants de mieux comprendre "le pourquoi" de leur apprentissage. Ensuite, nous avons réalisé des QCM pour créer un **lien pédagogique incontournable entre CM et TD** afin d'obliger les étudiants à revoir leur cours avant les TD. Ces QCM permettent aussi d'offrir aux étudiants des possibilités **d'auto-test**. Puis, nous proposons une séquence **d'apprentissage "autrement"**. Et pour finir, nous avons mis en place des outils permettant de favoriser **l'interactivité en cours** (effet positif sur l'environnement du cours, retour immédiat aux étudiants sur leur apprentissage, ...)

3.1 Buts et savoir-faire

L'expression des buts et savoir-faire permet de rendre explicite les objectifs d'apprentissage.

Dans ce travail, nous nous sommes appuyées sur la **taxonomie de Bloom** [4] (cf. fig. 4) qui est un modèle pédagogique proposant une classification des niveaux d'acquisition de connaissance. Elle organise ces niveaux de façon hiérarchique, de la simple restitution d'information jusqu'à l'utilisation des différents concepts pour concevoir un nouveau système. Les 3 niveaux supérieurs, analyse, évaluation, création, développent les compétences transversales et aident les étudiants à mémoriser sur la durée.

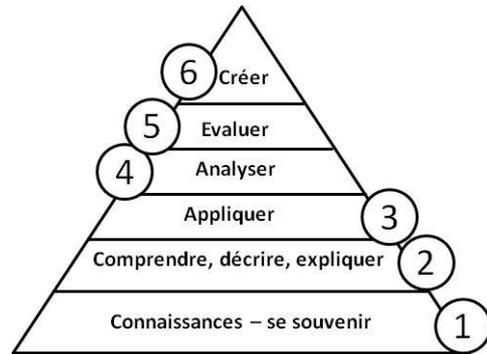


fig 4 : Taxonomie de Bloom

Nous avons défini, pour chaque chapitre, le but et les savoir-faire correspondants en veillant à ce qu'ils balayent l'ensemble des niveaux de la taxonomie de Bloom afin de favoriser la progression de l'apprentissage vers des niveaux supérieurs.

En cours magistral, l'énonciation du "but" sert d'introduction aux chapitres. Les savoir-faire, présentés sous la forme "à la fin de ce chapitre, vous serez capable de ..." sont exprimés avec des verbes d'action. Ils servent de conclusion au chapitre de cours et d'introduction en TD (cf. table 1).

S1 – Chapitre 2 : AOP idéal en régime linéaire	
But : analyser et concevoir un montage autour d'un AOP idéal en régime linéaire	
Savoir-faire : <i>A la fin de ce chapitre, vous serez capable de :</i>	Niveau de Bloom
Identifier le régime de fonctionnement d'un AOP dans un montage	2
Définir les propriétés d'un AOP idéal en régime linéaire	1
Appliquer le théorème de Millman	3
Identifier les trois montages de base (inverseur, non inverseur et suiveur)	2
Calculer la relation entre la sortie et les entrées d'un montage AOP en régime linéaire afin de déterminer sa fonction	4
Concevoir un montage autour d'un AOP en régime linéaire en fonction d'un cahier des charges	6

Table 1 : Exemple de définition des buts et savoir-faire avec codage des niveaux de Bloom

Les "but" et "savoir-faire" étant établis, nous avons modifié les supports de cours magistraux afin qu'ils s'accordent parfaitement avec ces objectifs d'apprentissage.

Nous en avons profité pour changer le format des supports de cours magistraux. Nous avons réalisé des diaporamas animés que nous mettons à disposition des étudiants sur la plateforme SPIRAL lorsque le cours est terminé. Le support de cours à destination des étudiants correspond à l'impression des diapositives sur lesquelles quelques éléments clés restent à compléter. Les étudiants restent ainsi actifs durant le cours tout en ayant plus de disponibilité pour écouter et poser des questions.

Après ce travail sur les supports de cours, nous avons repris tous les textes de travaux dirigés afin de :

- répondre aux buts et savoir-faire
- balayer la pyramide de Bloom sachant qu'il faut atteindre le niveau supérieur de la taxonomie au moins une fois par chapitre.

3.2 Lien pédagogique entre CM et TD et auto-test : QCM en ligne

Nous avons choisi d'établir le lien pédagogique entre cours et TD sous la forme de QCM [5]. En effet, la plateforme pédagogique SPIRAL CONNECT de l'Université Lyon 1 nous permet de mettre en ligne des QCM [6] accessibles très facilement par les étudiants.

Ces QCM sont ouverts après le cours magistral et sont fermés avant le TD correspondant. Les étudiants doivent, après avoir lu attentivement leur cours, répondre à des questions permettant de valider l'acquisition de connaissances de base. Ils disposent ainsi en TD de ces bases nécessaires à la résolution des différents exercices.

La première étape de notre travail a été la détermination du nombre de QCM que nous allions développer. Nous avons décidé de faire un QCM par chapitre, soit 8 QCM pour le module EN1 et 3 pour le module EN2.

La deuxième étape a consisté en l'élaboration des différentes questions des QCM. Nous avons décidé de nous appuyer sur les buts et savoirs faire des différents chapitres en balayant les différents niveaux de la taxonomie de Bloom.

Ensuite nous avons choisi les modalités de fonctionnement et de notation de ces QCM. Pour empêcher les étudiants de découvrir leur cours pendant qu'ils répondent au QCM, nous avons décidé de limiter le temps de réponse entre 20 et 30 mn.

Ces QCM sont notés sur 20 points avec 5 points attribués simplement pour avoir répondu au QCM, le but étant de motiver les étudiants. Grâce à la notation automatique, les étudiants découvrent leur note après la dernière question.

Cette note leur permet de savoir s'ils ont assimilé les points essentiels du cours. Dans le cas contraire, ils peuvent réaliser une deuxième et dernière fois le QCM, après avoir revu leur cours, afin d'obtenir une meilleure note.

La moyenne des notes obtenues à ces différents QCM entre dans la moyenne finale du module.

Pour limiter toute tentative de copie entre étudiants, les questions apparaissent une à une à l'écran dans un ordre aléatoire. Les réponses possibles s'affichent elles aussi aléatoirement.

Pour permettre aux étudiants de se tester et de vérifier leurs connaissances, avant les devoirs surveillés par exemple, les QCM sont mis en libre-service après les séances de TD. Dans cette configuration, les étudiants ont directement accès à la réponse après chaque question. Pour les aider dans cet auto-apprentissage, les réponses sont le plus souvent possible commentées.

Pour tirer un bénéfice maximum de ces QCM, il faut que l'enseignant de TD se serve des résultats pour adapter son enseignement à ses étudiants. Avant le TD, il consulte les résultats et statistiques (cf. fig 5) et fait un retour aux étudiants durant le TD. Il mène son TD en passant rapidement sur les notions comprises par la majorité des étudiants et en insistant sur les notions pour lesquelles les étudiants ont mal répondu.

Soit un AOP utilisé dans un montage amplificateur non-inverseur de gain 4 et alimenté entre $\pm 15V$. On applique en entrée une tension continue de 5V, quelle sera la tension de sortie ?

Statistiques		
Choix	Nombre	% Nombre/Répondants question
$V_s = 20V$	22	63%
$V_s = -20V$	0	0%
$V_s = 14V$	13	37%
$V_s = -14V$	0	0%
Répondants à la question	35	100%

fig 5 : Capture d'écran des statistiques de réponse à une question du QCM n°2

3.3 Apprentissage "autrement" : Jigsaw

La stratégie d'enseignement du Jigsaw [7] (puzzle) est basée sur le principe suivant : "la meilleure façon d'apprendre c'est d'enseigner aux autres". Ceci est d'autant plus vrai que l'enseignement est fait par ses pairs, dans notre cas les étudiants. L'étudiant individuellement devient expert sur un point d'un sujet puis il doit restituer ses connaissances au groupe.

Sur l'année universitaire 2012-2013, une semaine spéciale est mise en place pour les premières années afin de faire découvrir les disciplines du GEii sous un autre angle et amener les étudiants à pratiquer l'entraide. Durant cette semaine, les étudiants répartis par équipe de quatre doivent répondre à plusieurs défis.

Cette semaine "SESAME" nous permet de mettre en place un Jigsaw dans le cadre de notre défi Electronique dont le but est la réalisation d'un thermomètre électronique.

Afin d'atteindre cet objectif, le Jigsaw se déroule en quatre étapes :

1^{ère} étape : les équipes étant constituées de quatre étudiants, nous avons identifié 4 savoirs théoriques nécessaires à la réalisation du thermomètre électronique et nous avons mis au point les 4 TD correspondants (séance de 1,5h) :

- réalisation d'un générateur de courant à amplificateur opérationnel (AOP),
- conception d'un sommateur autour d'un AOP,
- lecture d'une documentation technique et à mise en œuvre d'un circuit intégré spécifique, le capteur de température LM335
- rédaction d'un dossier technique

Dans cette 1^{ère} étape, l'équipe est éclatée et les 4 membres de l'équipe assistent chacun à un des 4 TD afin de devenir l'expert de son équipe sur ce sujet.

2^{ème} étape : les 4 membres de l'équipe se réunissent et chaque expert transmet, aux autres, son savoir-faire.

3^{ème} étape : l'équipe, ayant acquis l'ensemble des savoirs nécessaires, répond au cahier des charges fourni afin de réaliser le thermomètre électronique.

Les étapes 2 et 3 sont réalisées en autonomie par les étudiants (2 séances de 2h) toutefois un enseignant d'électronique est présent pour répondre aux éventuelles questions (1 enseignant pour 6 ou 7 équipes).

4^{ème} étape : en se répartissant les rôles entre membres, l'équipe réalise le thermomètre électronique et rédige le dossier technique lors d'une séance de TP de 3h.

L'ensemble du projet est évalué sur la réalisation pratique, en direct à la fin du TP, ainsi que sur le travail d'équipe.

Ainsi, la stratégie du Jigsaw donne une place à chaque étudiant. Celui-ci est responsabilisé et doit communiquer son savoir..

Si un membre fait défaut, la réussite du projet est mise en péril. Le projet ne peut aboutir que si l'équipe entière se mobilise. Dans le processus pédagogique Jigsaw, travail individuel et travail d'équipe sont indispensables. L'étudiant devient acteur de sa formation.

3.4 Cours magistraux interactifs

L'apprentissage est un processus actif et constructif, l'étudiant doit donc construire son savoir et établir des liens par lui-même. Une stratégie consiste à faire de brèves pauses régulières (2 mn toutes les 15 mn) durant le cours afin que les étudiants relisent leurs notes, les complètent, posent des questions. Comme le montre la figure 6, cette stratégie présente de plus l'avantage de relancer l'attention des étudiants. En effet, au bout de

15 minutes environ, seulement 50% des étudiants sont encore attentifs.

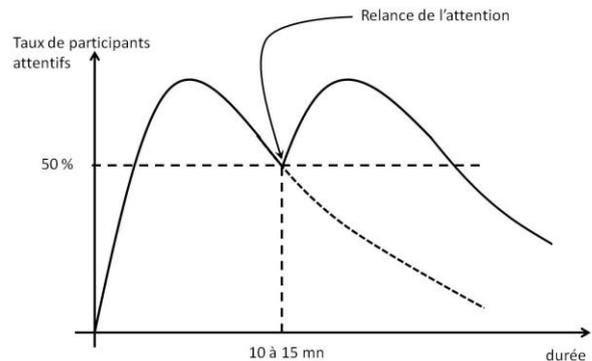


fig 6 : Evolution de l'attention des participants à un exposé en fonction du temps

Nous avons fait le choix, sur un cours magistral de 55 mn, de créer une pause au milieu du cours [8] :

- en posant une question simple sur ce qui vient d'être vu
- en provoquant une "quesdiscussion"
- en les faisant travailler sur le mode "Penser, Comparer, Partager"

Il faut démarrer ce genre d'activités très tôt dans le semestre afin que les étudiants en prennent l'habitude, ils doivent considérer cela comme normal dans le cadre du cours d'électronique. Nous l'avons donc mis en place dès le premier cours magistral sous la forme d'une simple question. Au fil des semaines, nous allons développer les autres types de pause.

Une "quesdiscussion" est un type de discussion conduite entièrement sous forme de questions. L'enseignant pose un problème pour lequel il ne donne pas, au départ, toutes les données pour répondre. Le but, pour les étudiants est donc de poser les questions qui permettent d'obtenir les données manquantes. Pour l'étudiant, la crainte de dire une bêtise est réduite puisqu'on ne cherche pas une réponse juste. Cette approche est plus réaliste que pédagogique. En effet, dans la vie professionnelle ou privée, les données d'un problème ne sont pas fournies à priori, il faut se poser les bonnes questions pour les déterminer ce qui implique d'avoir compris le problème.

La stratégie "Penser-comparer-partager" permet aux étudiants de partager leurs idées, leurs solutions avec leurs collègues. Le niveau de participation des étudiants est plus important que celui obtenu lorsque l'enseignant pose une simple question.

L'enseignant démarre la séquence en posant une question et propose à l'ensemble des étudiants d'y réfléchir individuellement (penser) et de noter leur réponse. Au bout d'un temps fixé, il lance la phase d'échange entre les étudiants (comparer), ceux-ci doivent tomber

d'accord sur une réponse, chacun ayant développé ses arguments. Puis l'enseignant aborde la phase de partage, sous la forme par exemple d'un vote à main levée, où les étudiants peuvent exprimer leur avis (partager).

Ces différents types d'interactivité sont mis en place au fur et à mesure de l'avancement du CM.

4 CONCLUSION

Après 5 semaines de mise en oeuvre de cette nouvelle pédagogie, nous manquons de recul pour tirer des conclusions. Pour autant, nous avons deux retours d'expérience positifs, l'un sur les premiers QCM, l'autre sur le Jigsaw.

Nous avons mené une rapide enquête auprès de 121 étudiants après 2 QCM.

83% d'entre eux souhaitent la poursuite des QCM, 74% ont effectivement relu leur cours avant de faire le QCM, 63% estiment que les QCM les aident à travailler plus régulièrement, 66% des étudiants se sentent bien préparés aux séances de travaux dirigés.

La semaine SESAME se termine et 73% des équipes ont réussi le défi Electronique en adhérant au principe du Jigsaw.

Dans les prochaines semaines, nous allons axer notre travail sur le développement de l'interactivité en cours magistral.

A la fin de l'année universitaire, nous réaliserons une nouvelle évaluation de nos modules pour connaître le ressenti des étudiants par rapport aux innovations pédagogiques.

Enfin, nous avons comme perspectives, à plus long terme, de répondre à une question récurrente des étudiants : "A quoi ça sert ?". Pour cela, nous allons développer la présentation d'applications concrètes pour rendre les notions vues en cours moins abstraites aux yeux des étudiants.

Remerciements

Nous tenons à remercier toute l'équipe du service ICAP et plus particulièrement Siara Isaac qui nous a guidée dans nos choix pédagogiques et Amandine Minjollet qui a réalisé l'intégration de nos QCM sur la plateforme pédagogique SPIRAL. Nous remercions aussi nos collègues de l'équipe d'électronique pour avoir joué le jeu et participé à la mise en place de cette nouvelle stratégie pédagogique.

Bibliographie

- [1] <http://icap.univ-lyon1.fr/>
- [2] <http://spiralconnect.univ-lyon1.fr/>
- [3] S. Isaac, "Stratégie de l'enseignement", *ICAP Université Lyon1*
- [4] S. Currier, S. MacNeill, L. Corley, L. Campbell et H. Beetham, "Les vocabulaires pour décrire la démarche pédagogique dans l'apprentissage en ligne : une étude de cadrage", *Numéro IAMETIST, ametist*
L. W. Anderson et L. A. Sosniak, "Bloom's Taxonomy: A Forty-Year Retrospective" *Ninety-Third Yearbook of the National Society for the Study of Education, University of Chicago Press, coll. « National Society for the Study of Education » (1994)*
- [5] S. Siara, "Créer un QCM efficace pour évaluer les apprentissages approfondis", *Atelier de formation des enseignants, ICAP (2010)*
<http://formations-icap.univ-lyon1.fr>
- [6] <http://spiralconnect.univ-lyon1.fr/webapp/wiki/wiki.html?id=933828>
- [7] Aronson, E., & Patnoe, S., "Cooperation in the Classroom: The Jigsaw Method" (3rd ed.). *New York: Pinter & Martin Ltd (2011). ISBN 1-9051-7722-4*
<http://olc.spsd.sk.ca/DE/PD/instr/strats/jigsaw/index.html>
- [8] P. White TPULSE *Graduate Teaching Workshop, McGill University*
www.mcgill.ca/science/tpulse/workshop