

Mise en place d'un enseignement transversal – ou comment éviter qu'un apprentissage par problèmes tourne au fiasco –

Thierry Talbert, Frédérik Thiery, Olivier Fruchier, Morgane Almerge

thierry.talbert@promes.cnrs.fr; thiery@univ-perp.fr; olivier.fruchier@promes.cnrs.fr; morgane.almerge@univ-perp.fr

Laboratoire PROMES-CNRS, UPR 8521, Université de Perpignan Via Domitia, rambla de la thermodynamique
Ingénierie Pédagogique, Service Platinium, Université de Perpignan Via Domitia, rambla de la thermodynamique
66100 Perpignan

RÉSUMÉ : 2021 sera l'année où la licence Sciences Pour l'Ingénieur passera l'ensemble de la formation au format blocs de compétences. Les deux années 19/20 et 20/21 ont été choisies pour commencer à mettre en place des enseignements transversaux. Cet article présente la méthodologie de mise en place de la nouvelle formule d'enseignement, ainsi que les premiers résultats du décroisement de deux domaines, l'automatique et l'énergie électrique à destination des étudiants de troisième année de la licence SPI, parcours EEA.

Mots clés : enseignement transversal ; apprentissage par problèmes ; blocs de compétences.

1 INTRODUCTION

La licence Sciences Pour l'Ingénieur (SPI) vise à former des cadres intermédiaires spécialisés en sciences et techniques de l'ingénieur, elle s'appuie sur les bases théoriques et pratiques nécessaires pour appréhender les enseignements de spécialités tels que :

- Parcours EEA : électronique (concevoir et réaliser des circuits électroniques), énergie électrique (produire, transporter et convertir l'énergie électrique), automatique (contrôler, asservir et réguler les systèmes) ;
- Parcours EnerMat : énergétique, thermique et mécanique des fluides (concevoir et dimensionner des systèmes), sciences et génie des matériaux (sélectionner, élaborer et caractériser les matériaux) ;

Durant les 3 années de formation, comptes tenus de l'environnement local, un accent tout particulier est donné aux domaines de l'énergie, ses modes de gestion, de transport et de production ainsi qu'aux énergies renouvelables.

La forte implication des nouvelles technologies au sein de cette formation à favoriser l'ouverture à l'alternance de la troisième année depuis la rentrée 2017. Cette dernière accueille entre 60 et 65 étudiants répartis de façon équilibrée entre les 2 parcours. Une petite moitié provient de la L2 SPI de l'UPVD, et l'autre moitié est constituée d'étudiants provenant majoritairement d'autres universités françaises. À cela, s'ajoutent quelques étudiants issus des programmes de coopération ERASMUS et Campus France. La formation est donc composée de plusieurs types d'apprenants :

- Les étudiants en formation initiale (moitié L2 UPVD, moitié autres Universités)
- Les étudiants en alternance (contrat pro)
- Et nous avons chaque année des sportifs de Haut Niveau (actuellement 1 en L1 et 2 en L2)
- Des étudiants ERASMUS et Campus France,

Cette diversité d'étudiants amène par conséquent une forte disparité de niveau ainsi qu'une forte hétérogénéité des compétences des étudiants.

La maquette actuelle de la licence SPI, comme la plupart des autres maquettes de licence, est a priori basée sur une approche-programme. Le fait est que la

majorité des étudiants, perçoivent les enseignements comme une approche-cours et par conséquent ne voient que très peu de corrélation entre ces enseignements.

Nos méthodes d'enseignement doivent évoluer afin que les étudiants puissent appréhender correctement les concepts fondamentaux mis en jeu dans les différentes disciplines, mais aussi afin qu'ils perçoivent la complémentarité des enseignements et qu'ils ne voient plus les matières comme des entités totalement indépendantes.

Dans le cadre du prochain plan quinquennal, les maquettes basculeront sur l'approche par bloc de compétences [1, 2, 3]. Nous proposons donc ici d'utiliser cette approche en proposant une fusion, au moins partielle, de certains enseignements.

2 PROBLÉMATIQUE

Notre travail vise à « fusionner », au moins partiellement, les 4 matières fondamentales dispensées aux étudiants de L3 du parcours EEA de la licence SPI :

- Matière 1 : Commande des systèmes linéaires continus
- Matière 2 : Chaîne de conversion électrique
- Matière 3 : Analyse et commande des systèmes échantillonnés
- Matière 4 : Traitement de l'énergie électrique

Les compétences que les étudiants doivent avoir assimilées à l'issue de ces matières sont les suivantes :

- Être capable d'analyser un système
- Savoir choisir la structure de conversion de l'énergie électrique
- Dimensionner et choisir les éléments constitutifs de la structure
- Être capable de formuler mathématiquement les problèmes
- Savoir synthétiser des correcteurs, continu dans le premier cas, discret dans le second
- Savoir contrôler les échanges d'énergie entre les sources et les charges

Le premier objectif, à court terme, est donc de proposer une nouvelle structure d'enseignement au travers d'un ou plusieurs problème(s)/projet(s) commun(s) aux 2 disciplines et découpé par partie. Le projet sera transversal et permettra aux étudiants

d'identifier chacune des parties du projet en fonction des matières en suivant un fil rouge pédagogique. L'approche des enseignements par projet permettra de pallier la différence de niveau en associant les étudiants par compétences, et non plus par affinités. La scénarisation des enseignements est donc une étape importante dans l'élaboration de ce projet [4, 5, 6].

L'objectif à moyen terme (prochain plan quinquennal) sera de revoir la formation sous forme de blocs de compétences et d'élargir les interactions entre les disciplines. Pour cela, l'organisation et le déroulement des enseignements devront être repensés, mais également la manière dont ces enseignements sont dispensés.

3 MÉTHODOLOGIE

Depuis presque dix maintenant, des actions ont été engagées pour améliorer nos pratiques pédagogiques et rendre nos enseignements plus « attractifs » [7]. Des QCM ont été mis en place soit en utilisant des outils numériques tels que EDMODO avec debriefing « *in live* » pendant le cours, soit à l'issue de chaque cours avec debriefing d'une semaine sur l'autre en utilisant la plateforme numérique Moodle. Le retour des étudiants sur ce point est très positif.

L'approche par problème a également été utilisée sous la forme de plusieurs minis problèmes/projets avec soutenance mensuelle d'avancement des travaux. Nous avons également mis en place un questionnaire d'évaluation de ces enseignements qui permet de mettre en évidence les points positifs ; notamment sur l'intérêt et l'investissement plus important des étudiants, mais également moins positifs ; sur la difficulté de l'exercice, et parfois le manque d'informations théoriques (équations, théorèmes, etc.) pour les étudiants.

La mise en place de la nouvelle structure d'enseignement suivra le calendrier de mise en place des nouvelles formations pour le prochain plan. Celle-ci se déroulera donc en 2 phases :

- **Phase 1 (2019-2021)**
 - Identification des compétences visées / discipline pour le semestre 1 ;
 - Identification des points communs et méthodologies communes ;
 - Organisation sous une approche problème ;
 - Réorganisation des 2 matières « *Automatique analogique* » et « *Électronique de puissance* » au 1^{er} semestre.
- **Phase 2 (rentrée 2021)**
 - Identification des compétences visées sur 2 semestres (S5 et S6) ;
 - Identification des matières possibles ;
 - Organisation temporelle des enseignements (enseignement interactif, apprentissage par problème et par projet).

La suppression de la seconde session d'examen et donc le passage des MCC en Contrôles Continus Intégrales, depuis la rentrée 2019, favorisent la mise en place d'une organisation temporelle plus souple avec

une répartition des enseignements moins condensée dans chacun des semestres.

En fonction des informations déjà connues pour le prochain plan, le tableau ci-après effectue une synthèse des différentes modifications concernant les 2 phases. À savoir :

- Les matières impliquées par semestre ;
- L'organisation temporelle et par bloc de compétences ;
- Les points identifiés qui seront abordés ;
- L'organisation de l'évaluation.

3.1 Phase 1 : 2019-2021

Lors du premier semestre deux matières sont concernées « *Automatique analogique* » et « *Électronique de puissance* » (Tableau 1). Trois compétences sont ciblées par la nouvelle structure :

- L'identification d'un système ;
- L'analyse d'un système ;
- Le contrôle / la commande des systèmes.

À chaque compétence est associée l'étude d'un problème spécifique qui sera étudié pendant une durée de 3 semaines. Le même problème étant posé dans les deux matières avec des questions spécifiques à chacun des enseignements.

- *Problème 1 – Identification* – (3 semaines avec un examen terminal) : apprentissage du vocabulaire et des méthodologies de résolution ;
- *Problème 2 – Analyse d'un système* – (3 semaines avec un examen terminal) : analyse des systèmes de conversion DC/DC et analyse du comportement fréquentiel du circuit ;
- *Problème 3 – Contrôle d'un système* – (3 semaines avec un examen terminal) : contrôle d'un système de conversion DC/AC et calcul et validation d'un correcteur analogique.

Le semestre se conclue par un rapport et un oral qui est basé sur un tirage aléatoire de l'un des 3 problèmes.

Tableau 1: Organisation du semestre 5

Semestre 5			
Matières	Automatique analogique (AA) Électronique de puissance 1 (EP1)		
Organisation	Problème 1	Problème 2	Problème 3
Compétences	Identification	Analyse	Contrôle
	EP1 AC/DC	DC/DC	DC/AC
	AA Filtre de sortie	Réponse du circuit	Correcteur
		Diagramme de Bode/Nyquist	
Évaluation	3 examens	50%	
	1 rapport	25%	
	Oral enseign.	15%	
	Oral étudiant	10%	

Le deuxième semestre pour 2019-2021 restera identique à celui qui est en place actuellement. À savoir un projet commun aux matières « *Traitement de l'énergie électrique* » et « *Machines Électriques* » (Ta-

bleau 2). Ce projet dure tout le semestre (12 semaines) avec un point d'étape à mi-parcours. Les projets prennent en compte l'intégration au réseau électrique et la nécessité d'étude de machines électriques (exemple de sujets : Éoliennes offshore, véhicule électrique et système de recharge photovoltaïque). La matière automatique numérique reste indépendante des deux autres matières.

Tableau 2: Organisation du semestre 6

Semestre 6			
Matières	Automatique numérique (AN) Traitement de l'énergie électrique (TEE) Machines électriques (ME)		
Organisation	Projet		
Compétences	Identification	Analyse	Contrôle
	TEES	Structuration du réseau électrique	
	ME	Choix et modélisation de la machine électrique	
	AN	Gestion et commande du réseau et de la machine électrique	
Évaluation	1 examen	50%	
	1 rapport	25%	
	1 présentation	25%	

3.2 Phase 2 : 2021-...

Pour la phase 2 la structure du semestre 5 restera en théorie identique à celle décrite à la phase précédente (Tableau 1-2). La différence est principalement liée au volume de chaque domaine qui passe de 27h ETD par matière à 43h ETD à partir de 2021. Ce surplus horaire devrait permettre de passer de 3 à 4 semaines pour chaque problème et de renforcer le debriefing qui est effectué après l'examen.

Tableau 3: Organisation du semestre 5

Semestre 5			
Matières	Automatique analogique (AA) Électronique de puissance 1 (EP1)		
Organisation	Problème 1	Problème 2	Problème 3
Compétences	Identification	Analyse	Contrôle
	EPI	AC/DC	DC/DC
	AA	Filtre de sortie	Réponse du circuit
			Diagramme de Bode/Nyquist
Évaluation	3examens	50%	
	1 rapport	25%	
	Oral enseign.	15%	
	Oral étudiant	10%	

Trois matières sont concernées au S6 : « Automatique numérique », « Électronique de puissance 2 » et « Machine électriques » (Tableau 4). Nous retrouvons les trois compétences ciblées, mais cette fois le niveau passe de « apprenant » à « maîtrise » :

- L'identification d'un système ;
- L'analyse d'un système ;
- Le contrôle des systèmes.

À l'identique du semestre S5, chaque compétence est associée à l'étude d'un problème spécifique qui sera étudié pendant une durée de 4 semaines. Le même problème étant posé dans les trois matières avec des questions spécifiques à chacun des enseignements.

- *Problème 1 – Identification* – (4 semaines avec un examen terminal) : apprentissage du vocabulaire et des méthodologies de résolutions, mais cette fois individuellement ;
- *Problème 2 – Analyse d'un système* – (4 semaines avec un examen terminal) : analyse des systèmes de conversion DC/DC et asservissement de position d'une machine à courant continu ;
- *Problème 3 – Contrôle d'un système* – (4 semaines avec un examen terminal) : contrôle d'un système de conversion DC/AC et asservissement de vitesse et de couple d'une machine asynchrone.

Le semestre se conclue comme le précédent par un rapport et un oral qui est basé sur un tirage aléatoire de l'un des 3 problèmes.

Tableau 4: Organisation du semestre 6

Semestre 6			
Matières	Automatique numérique (AN) Électronique de puissance 2 (EP2) Machines électriques (ME)		
Organisation	Problème 1	Problème 2	Problème 3
Compétences	Identification	Analyse	Contrôle
	EP2	AC/DC	DC/AC
	ME	MCC	MAS
	AN	Asservissement de position	Asservissement de vitesse/couple
Évaluation	3examens	50%	
	1 rapport	25%	
	Oral enseign.	15%	
	Oral étudiant	10%	

4 MISE EN ŒUVRE DE LA PHASE 1

4.1 Les premiers résultats (Forces et faiblesses mesurées du dispositif pédagogique)

Les premières modifications ont eu lieu à la rentrée 2019 et ont consisté à rendre transversaux les 3 problèmes donnés aux étudiants et à réorganiser les évaluations correspondantes. Même si le dispositif mis en place est considéré comme « séduisant » par les étudiants (72% de retours positifs), nous nous sommes heurtés à/aux difficultés suivantes :

- La non-implication de certains étudiants (qui a dépassé les 55%);
- L'organisation du travail des étudiants ;
- La prise de notes et l'autonomie des étudiants qui est notoirement inexistante.

Le concept de préparer une séance CM/TD/TP est en amont et en aval de la séance en présentiel, qui nous semblait naturel, a été totalement utopique au vu des résultats obtenus après le problème n°1. Afin de trouver une solution, nous avons demandé l'interven-

tion du CAP¹ en tant qu'observateur lors d'une de nos séances d'enseignement. L'objectif a été d'observer, d'analyser le comportement et l'attitude des étudiants et de l'enseignant pendant le déroulement d'une séance de TD, afin de nous permettre de proposer des solutions pour les points évoqués ci-dessus. Un Enseignant/chercheur en psychologie de l'éducation et responsable du CAP, nous permis de noter les points suivants :

- Les étudiants sont très attentifs et à l'écoute pendant la séance ;
- Les étudiants sont engagés cognitivement pendant la séance ;
- Le cours se construit à partir des nombreuses questions posées par l'enseignant ;
- La séance fait appel aux connaissances métacognitives ;
- Les situations pédagogiques permettent de travailler les compétences communicationnelles orales ;
- Il y a très peu de prise de notes des étudiants pendant le TD ;
- 2 rôles d'étudiants définis pour la durée de la séance ;
- Certains étudiants sont seuls ;
- Les plus faibles étudiants sont en fond de classe ;
- Le cours se construit essentiellement avec les 8 étudiants au tableau (1 étudiant par groupe), il y a très peu de participation des autres élèves ;
- L'intensité sonore des interventions des étudiants est très faible ;
- Discours de détente au cours d'une explication importante ;
- Le temps de réflexion est trop faible par rapport aux questions posées.

En parallèle, nous avons mené une étude auprès de nos étudiants de 2^e et 3^e année pour tenter d'avoir une explication vue depuis nos élèves. La synthèse de cette étude est résumée par une phrase donnée en réponse « *Pourquoi préparer les TD, alors que l'on sait que vous allez nous donner la correction* ».

4.2 Quelle(s) solution(s) mettre en œuvre ?

À partir de toutes ces informations, nos objectifs ont été de trouver des solutions permettant aux étudiants, prioritairement, de se responsabiliser et par la suite d'être en mesure d'organiser au mieux leur travail. Notre choix s'est porté sur le principe du « *World Café* » [8, 9, 10].

Définition : Le « *World Café* » est un processus créatif qui vise à faciliter le dialogue constructif et le partage de connaissances et d'idées, en vue de créer un réseau d'échanges et d'actions. Ce processus reproduit l'ambiance d'un café dans lequel les participants débattent d'une question ou d'un sujet en petits groupes autour de tables. À intervalles réguliers, les participants changent de table. Un hôte reste à la table et résume la

conversation précédente aux nouveaux arrivés. Les conversations en cours sont alors « *fécondées* » avec les idées issues des conversations précédentes avec les autres participants. Au terme du processus, les principales idées sont résumées au cours d'une assemblée plénière et les possibilités de suivi sont soumises à discussion.

Fonctionnement : Pendant un « *World Café* », les participants analysent une question en discutant au sein de petits groupes autour de tables pendant plusieurs séances consécutives de 20 à 30 minutes (Figure 1). Les participants changent de table après chaque séance afin de partager le contenu de leurs discussions avec les idées émises à d'autres tables. L'événement se termine par une assemblée plénière qui reprend les idées et les conclusions principales.

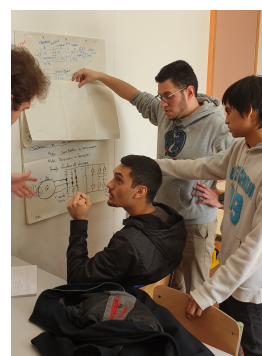


Figure 1: Travail en « *World Café* ».

Le principe que nous avons appliqué, basé sur le « *World Café* », est le suivant :

- Chaque problème est composé de 3 séances d'1h30 de TD ;
- Nous avons associé à chaque séance environ 3 questions / recherche d'information et/ou activités ;
- Chaque activité est chronométrée et dure 30mn (20mn de travail et 10mn de restitution) ;
- Un membre de chaque groupe pendant les 20mn de travail, synthétise les résultats de l'équipe sur un paperboard (Figure 2, le paperboard est gardé par chaque groupe pour l'ensemble des 3 séances) ;



Figure 2: Travail de synthèse chronométré des représentants des groupes [11].

1 CAP : Centre d'Appui à la Pédagogie de l'Université de Perpignan

- Pendant les 10mn de restitution, l'étudiant représentant de chaque groupe explique les résultats à toute la classe et la discussion peut ainsi débiter ;
- Pendant les 30mn, l'enseignant a pour rôle d'être le gardien du temps. Il peut effectuer une correction en cas d'erreur flagrante, mais son travail est principalement d'animer la séance et le processus de réflexion des groupes (Figure 3) ;
- Le représentant des groupes d'étudiants change à chaque séance ;
- Lors de la dernière séance, un étudiant de chaque groupe change de groupe pour partager son travail avec un autre groupe.



Figure 3: Correction des solutions proposées sur paperboard [11].

La solution présentée a été appliquée uniquement lors du 3^e problème pour les 3 séances de TD. La nouvelle version a été considérée comme « séduisante » à 82%, et les étudiants ont trouvé qu'ils étaient guidés et qu'ils avaient appris quelque chose à 67%. La moyenne des examens est passée de 5 et 5,43 lors des deux premiers problèmes à 8,72 pour le dernier problème. Certains étudiants ont demandé si cette formule pouvait être pérennisée pour le second semestre et pour l'année prochaine, car ils trouvaient que cela leur permettait de devenir autonome.

5 CONCLUSION

Lors de la mise en place des nouveaux cours, nous sommes partis d'une méthode qui peut effectivement être efficace dans le cas idéal ou un étudiant possède tous les prérequis nécessaires et est capable de fournir une quantité de travail suffisante (équivalent à 2,4 fois une heure en présentiel), mais évidemment beaucoup plus difficile à mettre en place lorsqu'il est nécessaire de faire sans cesse des rappels sur des fondamentaux mathématiques par exemple (complexes, intégrales, etc.). Cela comprend aussi les notions transversales (que nous considérons comme des prérequis) qui ne dépendent pas de la matière, tout comme l'organisation du travail pendant les séances (prises de notes, etc.) et hors des séances (préparation des cours, fiches résumés, etc.). Ce qui nous a amené à nous poser de nombreuses interrogations :

- Comment amener à l'autonomie et à la responsabilisation de nos étudiants ?

- Les apprentissages par projet et/ou par problèmes peuvent-ils être une des solutions pour amener à autonomiser et responsabiliser l'étudiant ?
- Devons-nous accepter l'idée de devoir alléger les notions étudiées pour aller à l'essentiel (élaboration d'une carte conceptuelle peut être un outil efficace) voire de supprimer les notions qui ne sont pas indispensables à la compréhension globale du processus étudié ou à l'acquisition des compétences mises en jeu ?
- Sommes-nous dans ce cas, toujours en adéquation avec la philosophie de l'enseignement universitaire ?
- Ces notions "dites non fondamentales", même si pour les enseignants, elles sont importantes, doivent être vues par les étudiants d'une autre manière, plus d'autonomie ?

Cette première évaluation pour la mise en œuvre de la nouvelle structure a été, pour une partie de l'équipe pédagogique, une prise de conscience et a permis à certains de revoir l'ensemble de leurs méthodes pédagogiques. La période covid que nous traversons nous a amené à préparer des TD d'autoformation sous Moodle ainsi qu'un questionnaire d'auto-évaluation pour les étudiants. Ces points devraient être prêts pour la rentrée 2021.

Bibliographie

- [1] D. Berthiaume, Conférence et atelier, « *La scénarisation des enseignements* », 20 oct. 2016, UPVD.
- [2] F. Chirat, Conférence et atelier, « *L'évaluation des acquis des étudiants* », 17 nov. 2016, UPVD.
- [3] S. Lédé, Conférence partage d'expérience et atelier, « *La pédagogie par projet* », 10 janv. 2019, UPVD.
- [4] S. Justeau, Conférence et atelier, « *Comment identifier les compétences visées par nos enseignements* », 8 nov. 2018, UPVD.
- [5] C. Narce et al., « *Démarche progressive vers l'apprentissage par projet dans une formation scientifique* », VIII^e Colloque des Questions de Pédagogie dans l'Enseignement Supérieur, Brest, 17, 18 et 19 Juin 2015.
- [6] M. Almerge, Vade-mecum « *Scénariser son cours* », service Platinium UPVD, disponible sur la plate-forme d'apprentissage en ligne de l'UPVD (Moodle).
- [7] T. Talbert, O. Fruchier, F. Thiery, « *Retour sur 5 ans d'apprentissage par résolutions de problèmes et par projet* », Colloque de l'Enseignement des Technologies de l'Information et des Systèmes 2017 (CETIS 2017), Le Mans, France, 3-4 mai 2017.
- [8] Brown J., The World Café: A Resource Guide for Hosting Conversations That Matter, Mill Valley, Whole Systems Associates, 2002

- [9] Brown J., Isaacs D. et World Café Community, The World Café: Shaping Our Futures Through Conversations That Matter, Berrett-Koehler, 2005
- [10] Le site internet officiel : www.theworldcafe.com
- [11] Témoignage CEPISTE : F. Thierry et T. Talbert, <https://www.youtube.com/watch?v=WOUOm5q3Dkg>