

EXTERNALISATION DE LA TRANSVERSALITÉ : VERS UNE PÉRENNITÉ DES ENSEIGNEMENTS TRANSVERSES

Exemple d'un projet réalisé en partenariat via le projet CRITER

Emmanuel Cartillier¹, Nicolas Stouls^{1,2}

Benoit Pierret¹ et Yann Ricotti¹

¹ Premier cycle INSA-Lyon

² Université de Lyon, INRIA, INSA-Lyon, CITI, F-69621,

Résumé

La transversalité des enseignements est de plus en plus mise en avant comme un moyen d'augmenter la qualité de la formation. Dans un contexte où les enseignements sont, par leur histoire, séparés thématiquement, l'introduction de transversalité assure une plus grande efficacité de la pédagogie et répond au besoin de s'adapter à une nouvelle génération d'étudiants. Dans cette contribution, nous présentons une démarche d'introduction de la transversalité basée sur l'externalisation des compétences transverses. Cette démarche a été mise en œuvre cette année à l'INSA de Lyon entre les projets d'informatique et de conception-fabrication.

Mots-clés

Mécanique, Électronique, Informatique, Productique, Art, Externalisation, Transversalité

I. LA TRANSVERSALITÉ COMME VECTEUR D'AMÉLIORATION PÉDAGOGIQUE : COMPLEXITÉS DES MISES EN PLACE

De nos jours, la pluridisciplinarité semble être un moyen incontournable pour améliorer la formation des élèves ingénieurs. Le décloisonnement des enseignements, par le biais d'une collaboration active et concrète entre différentes disciplines non connexes, permet aux étudiants d'avoir une vision moins morcelée des disciplines étudiées.

En effet le décloisonnement permet de donner un sens plus large à des activités habituellement étrangères les unes aux autres, en créant des liens et une continuité des enseignements. Ainsi, une vision d'ensemble d'une problématique est possible pour l'étudiant qui sera amené à faire lui-même les connexions interdisciplinaires. Un effet évident est le regain d'intérêt pour telle ou telle matière qui pouvait sembler « inutile » pour certains étudiants; les matières ne sont plus des empilements de connaissances juxtaposées, mais deviennent un socle commun pour le futur ingénieur en lui donnant une vision globale des problématiques qu'il rencontrera dans sa vie professionnelle.

Ainsi, une nouvelle compétence apparaît, qui n'est plus liée de manière spécifique à un enseignement, mais découle

directement des interactions entre deux ou plusieurs disciplines: la « transversalité ». Elle met en œuvre l'esprit de synthèse, oblige la mise en relation de concepts, outils et méthodes, a priori éloignés. Elle implique également le travail d'équipe, où un nouveau point de vue permettra d'apporter des solutions innovantes et originales.

La pédagogie de projet a été choisie à l'INSA de Lyon pour mettre en œuvre cette transversalité. Elle permet de donner du sens à la collaboration entre disciplines, au travers d'un cahier des charges de nature industrielle. Le projet est étudié et développé de bout en bout, les seules frontières d'étude étant son début et sa fin, et non plus les limites des spécialités mobilisées. La phase de réalisation d'un prototype concret répondant au cahier des charges initial, permet de confronter les contraintes inhérentes à chaque spécialité, obligeant l'étudiant à chercher le consensus technologique, à dépasser les difficultés sans les œillères du spécialiste.

Cette pédagogie active et collaborative semble nécessaire pour s'adapter à un public de plus en plus généraliste, habitué à la technologie de pointe dans sa vie quotidienne. Les nouveaux programmes de lycée renforcent encore davantage cette évolution sociologique, et ne pas s'y préparer pénaliserait nos futurs étudiants. En effet les contenus (notamment en 1S et TS) sont modifiés pour coller davantage au monde technologique moderne, et les méthodes pédagogiques proposent plus de transversalité (PPE, TPE).

Cependant, comme nous avons pu le vivre à l'INSA de Lyon, la transversalité est parfois complexe à mettre en œuvre. À cela plusieurs raisons. Tout d'abord, dans un univers post-bac, tel que c'est le cas au premier cycle de l'INSA de Lyon, les étudiants n'ont pas encore choisi de spécialité et les tronc communs des formations sont, de par leur histoire, très proches des enseignements théoriques des écoles préparatoires, c'est-à-dire cloisonnés. Ensuite, la mise à jour des enseignements pour l'intégration de la transversalité passe par une formation parfois complexe des enseignants aux autres disciplines. Enfin, l'intégration de transversalité dans les cours implique d'en parler et d'introduire un bagage associé. Ce qui veut dire prendre du temps de projet pour le faire, et donc réduire le programme actuel.

Dans cet article nous présenterons la solution que nous avons expérimentée au premier cycle de l'INSA de Lyon entre les cours d'informatique et de conception-fabrication. Celle-ci consiste à externaliser la partie de la formation qui correspond au chaînon manquant entre les 2 enseignements existants. Nous verrons que cela permet de lever beaucoup de contraintes de part et d'autres.

Dans un premier temps, nous décrirons les enseignements historiques existants, puis nous décrirons les évolutions des deux dernières années autour de ce contexte, avant de présenter la nouvelle brique introduite cette année. Pour illustrer l'intérêt de cette approche, nous décrirons un exemple de projet monté cette année dans ce cadre, avant de conclure.

II. CONTEXTE : UNE SÉPARATION THÉMATIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Dans cet article, nous présentons le rapprochement qui a eu lieu ces deux dernières années entre les enseignements de conception-fabrication et d'informatique à travers leurs projets de deuxième année. Ces deux enseignements sont brièvement décrits ci-dessous, mais le lecteur intéressé pourra trouver une plus grande description dans [3].

L'enseignement de conception fabrication s'articule autour d'un projet technique élaboré en seconde année qui est la pierre angulaire de l'apprentissage technique. En effet, il agrège à lui seul des disciplines autrefois déconnectées les unes des autres, et donne ainsi du sens au delà d'un seul savoir-faire spécifique (savoir fabriquer une pièce mécanique), qui n'avait que peu de valeur aux yeux des étudiants. Ainsi, au premier semestre, une phase d'initiation en usinage et en construction métallique permet l'acquisition de compétences de bases, tandis que le TD de conception est utilisé pour concevoir le modèle numérique qui répond au cahier des charges du projet. Ces compétences acquises vont être ensuite valorisées au second semestre lors de la phase de fabrication du prototype, durant laquelle les étudiants vont fabriquer, assembler, tester et valider la solution numérique. Cette confrontation directe avec la mise en œuvre, la matière, développe des compétences fortes chez les étudiants.

L'enseignement d'informatique existant s'organise autour de la prise en main de l'outil informatique et de l'apprentissage de la programmation, via le langage Java. Après deux semestres de programmation, les étudiants réalisent un projet d'un semestre par groupes de quatre. Ce projet se déroule au second semestre de la deuxième année et a un thème libre. La consigne a souvent été de réaliser un logiciel pédagogique, afin d'inciter les étudiants à exploiter les connaissances acquises dans une autre matière dans le cadre du projet. Mais aucune caution externe au cours d'informatique ne permettait de garantir la véracité scientifique des informations contenues dans les logiciels produits.

III. ÉVOLUTIONS RÉCENTES

Ces deux dernières années, différents efforts ont été menés au premier cycle de l'INSA de Lyon pour introduire la transversalité. Les principales évolutions nous intéressant ici sont le lancement du projet CRITER [2] et l'arrivée des projets de mécatronique [1].

III.1. Projets CRITER

L'INSA de Lyon développe une politique en faveur de l'égalité des chances et de la diversité au sein du Centre Diversité et Réussite, créé en septembre 2009. Dans le cadre d'un projet collaboratif interculturel, différentes équipes d'élèves de l'enseignement supérieur et secondaire travaillent actuellement sur une même thématique : lycées

techniques de l'académie de Lyon, écoles au Mexique, écoles en Argentine et INSA de Lyon.

Ces équipes conçoivent et fabriquent des objets techniques mettant en œuvre les énergies renouvelables. Ce projet permet d'une part une coopération technique et d'autre part de communiquer via Internet (voir détail sur espace collaboratif : [5]).

Afin que les travaux puissent être présentés, une foire des sciences et technologies est organisée entre les écoles françaises et mexicaines lors de la semaine de la diversité de l'INSA de Lyon (cette année le 31 mai 2012).

III.2. Projets mécatroniques

Le lien logique entre un projet de construction mécanique et un projet de développement informatique passe par un système électronique embarqué, ayant des capteurs et des actionneurs. Le rapprochement de ces deux matières passe donc par l'apparition de nouveaux sous-produits qui doivent être maîtrisés des deux côtés : les systèmes mécatroniques.

Le problème de la réalisation de ce chaînon n'étant du domaine ni de la mécanique, ni de l'informatique, il a été nécessaire de définir un cahier des charges pour un système le plus souple possible et suffisamment simple de prise en main. La solution de Matrix-Multimédia [4], basée sur des platines électroniques élémentaires s'assemblant comme du Légo®, a été retenue et est plus largement décrite dans [1]. Le logiciel de développement fourni est également simple de prise en main, eu égard à la complexité du développement d'un micro-contrôleur.

Ce projet a été soutenu par un projet interne à l'INSA et est en expérimentation depuis deux ans. Cependant, le temps de réalisation du montage électronique et de sa programmation est non négligeable et est trop important pour pouvoir intégrer le projet de fabrication ou de programmation sans que cela aie d'impact sur la dimension des projets réalisables. Dans l'état actuel des choses, c'est donc sur du temps complémentaire que chaque groupe et enseignant réalise le montage électronique et le développement du logiciel embarqué.

Une tentative de centralisation du développement a été faite, via la mise en place d'un cahier des charges standard qui peut être suivi par plusieurs groupes moyennant une faible adaptation. Bien que cela soit alors un travail plus raisonnable pour chaque groupe, cela représente un temps considérable pour les enseignants en charge des développements communs. Ce type de contribution n'étant pas valorisable, la pérennité de l'approche est clairement remise en question.

IV. VERS UNE PÉRENNISATION DE LA TRANSVERSALITÉ

En Septembre 2012, l'option « Systèmes embarqués: du robot au téléphone » a été ouverte pour permettre l'externa-

lisation de tout ce qui a trait à l'électronique embarquée dans les projets transversaux informatique/conception/fabrication.

Cette option s'organise en 3 parties : conception d'une platine électronique et initiation au développement de programmes pour micro-contrôleur, initiation au développement Android, et projet de mise en pratique.

L'objectif est d'initier un petit groupe d'étudiants à la réalisation de circuits électroniques contrôlés par micro-contrôleur, ainsi qu'au développement du micro-code. L'aspect Android a été ajouté pour donner de l'attrait à cette option et pour permettre la réalisation de mini prototypes autonomes. Une fois le bagage nécessaire acquis, ce sont ces étudiants qui ont à charge de réaliser l'électronique embarquée pour chacun des projets transversaux. L'équipe d'enseignants définit alors des cahiers des charges de projets pour l'option, en se basant sur les besoins des projets transversaux. Par groupe de quatre étudiants, chaque projet d'option a pour objectif de produire une platine utilisable directement par un ou plusieurs groupes. Cette organisation entre projet transversal et projet d'option est résumée dans l'illustration 1.

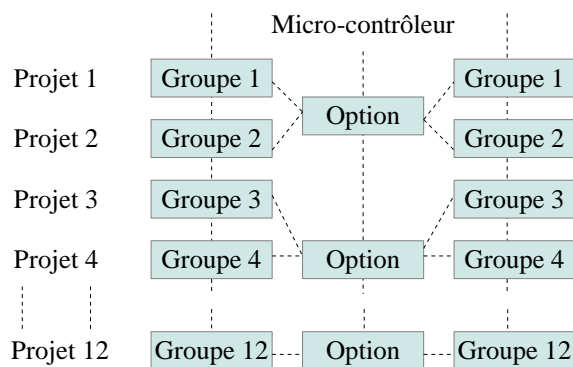


Illustration 1: Principe de la sous-traitance de projets

Ainsi, chaque projet peut être vu sous trois angles: le groupe de projet transversal, le groupe d'option et les enseignants.

Cela à permis cette année de répondre aux besoins de six projets transversaux. De plus, la standardisation des cahiers des charges, permet de factoriser les platines. Cette année, les six groupes d'option ont permis de réaliser les platines électroniques de douze groupes de projet transversal.

V. EXEMPLE DE PROJET TRANSVERSAL : BATTERIE À RESSORT

Le projet « l'heureux cycleur » est un exemple de collaborations multiples, et d'utilisation des savoir-faire spécifiques des étudiants. En effet, le groupe « arts plastiques études » offre aux étudiants motivés (sélectionnés en fin de première année) des activités liées aux arts plastiques, comme l'initiation au design, à la sculpture, à la photographie, à la vidéo...

Cette spécificité est mise à profit en TD de conception en début d'année, afin de rechercher un design en accord avec les contraintes du cahier des charges et permettant d'exprimer un choix fort du sens et de la forme de l'objet. Cette démarche originale aboutit à des systèmes atypiques, et permet de montrer la possibilité de faire rentrer l'art dans le monde technologique [6].

De plus, le projet « l'heureux cycleur » impose dans son cahier des charges une dimension didactique, par le biais de l'affichage de l'énergie emmagasinée par l'utilisateur. Cet affichage nécessitant des compétences non vues en TD de conception, il a été demandé aux étudiants de l'option « systèmes embarqués » (décrite ci-dessus) de réaliser l'application nécessaire à la gestion du micro-contrôleur en fonction des données recueillies sur le système (fréquence de pédalage, nombre de tours total, énergie emmagasinée) et d'assurer l'affichage sur un écran LCD.

Enfin, la collaboration au projet CRITER était évidente pour ce projet résolument tourné vers les énergies renouvelables et la prospection dans ce champ de connaissances nouvelles. Le choix du lycée partenaire s'est effectué en fonction d'affinités enseignantes et aussi de remobilisation de savoir faire déjà exprimés.

VI. CONCLUSION

La transversalité n'est encore qu'une alternative expérimentale à la pédagogie dite « classique ». Cependant, au vu de l'évolution du public entrant en école d'ingénieur, ainsi que de l'appropriation naturelle des objets techniques de notre quotidien, il semble indispensable de développer cette transversalité en créant des liens forts entre différentes disciplines. La pédagogie de projet semble la mieux à même de réaliser ces passerelles, en s'ancrant dans des problématiques modernes et attractives pour nos futurs ingénieurs.

VII. RÉFÉRENCES

- [1] Yann Ricotti, Véronique Églin et Benoit Pierret, « *Me catronique, Informatique et Productique enseigne es en projet de groupe au service d'un Organisme Humanitaire* ». Dans les actes du Colloque Groupe INSA - Formation & Pédagogie, Rennes, pages 59-63, les 23 et 24 mai 2011.
- [2] Pierre Salgas, Jean-Pierre de Vaujany et Yves Jaillet, « *Projet collaboratif interculturel – CRITER: Conception Réalisation d'Innovations Technologiques et Énergies Renouvelables* ». Dans les actes du Colloque Groupe INSA - Formation & Pédagogie, Rennes, pages 85-87, les 23 et 24 mai 2011.

Sites WEB

- [3] <http://www.insa-lyon.fr/>
- [4] <http://www.matrixmultimedia.com>
- [5] <http://pci.vije.net>
- [6] <http://pci.vije.net/moodle/course/view.php?id=62>