

La pédagogie par projets

M. AVILA, J.C. BARDET, S. BEGOT, P. VRIGNAT, N. STRIDE
IUT de l'Indre
2 Avenue F. Mitterrand, 36000 CHATEAUROUX
Manuel.Avila@univ-orleans.fr

RESUME: Depuis la création du département GEII de l'IUT de l'Indre, nous avons adopté une démarche originale pour davantage impliquer les étudiants dans le processus d'acquisition du savoir dans le cadre de projets tuteurés. Les projets menés sont en relation directe avec les attentes professionnelles de notre formation et se font souvent en relation avec des industriels locaux.

Bien que l'on ne puisse garantir de résultats pour ces collaborations, puisque les acteurs principaux du projet sont en formation et que ces projets sont souvent leur première expérience en relation avec le milieu professionnel, nous nous efforçons de guider nos étudiants vers un ensemble cohérent, incluant réalisation technique, gestion documentaire, gestion budgétaire,

Mots clés : Projet tuteuré, management de projets, actions transverses.

1 INTRODUCTION

Nous avons pu, comme d'autres, faire le constat très alarmant du désintérêt de nos élèves pour la poursuite d'études scientifiques. Nous pouvons l'observer par les difficultés à recruter dans nos filières du Génie Electrique, mais également avec les étudiants présents qui montrent un intérêt moyen pour le contenu de la formation.

Nous proposons, depuis la création du département GEII, une démarche pédagogique originale par l'intermédiaire des projets tuteurés [2], [3], [4]. Cette démarche a été, dans les grandes lignes, inscrite dans les programmes pédagogiques nationaux du DUT, grâce à des modifications effectuées au cours des dix dernières années. Elle consiste à essayer de placer les étudiants dans une situation professionnelle « réelle » avec des contraintes similaires tout en proposant des sujets intéressants qu'ils doivent pouvoir s'approprier. Notre souhait est de leur soumettre des sujets dans lesquels ils deviennent acteurs et ne se contentent pas de rôles de « bons exécutants », de consommateurs ou de spectateurs. Ces projets se font souvent en partenariat avec des industriels, ce qui ajoute de l'intérêt et une motivation supplémentaire pour les étudiants.

Ces projets sont nouveaux (ou presque) tous les ans et sont différents pour chaque groupe de projet. Cela implique un investissement important des étudiants et des enseignants qui encadrent les projets.

Dans une première partie, nous exposerons nos attentes ou exigences. La partie suivante présentera quelques exemples de projets que nous avons menés, accompagnés d'une réflexion sur les points positifs et ceux à améliorer.

Finalement, nous ferons le bilan de ces années d'expériences.

2 NOTRE DEMARCHE PROJET

Depuis les premières années, notre façon de gérer les projets a régulièrement évolué.

Au départ, le souhait exprimé par l'équipe enseignante était de trouver un moyen de motiver les étudiants sur des actions pédagogiques laissant plus de souplesse que les classiques Cours, Travaux Dirigés et Travaux Pratiques. Dans la formation DUT, nous disposions d'une rubrique Travaux de Réalisation qui devait permettre à l'étudiant de passer de la théorie à la pratique, en allant au-delà d'un travail de type TP. L'étudiant réalisait un projet technique en utilisant ses compétences transverses. Cette démarche était intéressante mais cependant limitée, en particulier au niveau de l'adéquation avec la réalité professionnelle. Récemment, les Travaux de Réalisation ont disparu au profit d'un module « Etudes et Réalisations » dans les programmes pédagogiques nationaux.

Dans notre approche projet, nous proposons un sujet d'étude proche de ceux des « Etudes et Réalisations » mais avec des exigences différentes qui placent l'étudiant dans une situation professionnelle. Ainsi, chaque groupe d'étudiants possède un sujet différent qui présente une utilité directe pour le client. Ce client peut être un industriel, un enseignant pour ses montages de nouveaux TP, un chercheur, ou simplement l'Institut dans sa globalité. Cette notion de client et d'utilité a pour but de sortir l'étudiant de son état passif pour le faire entrer dans le « monde actif » sous la tutelle d'un enseignant.

Nous avons, au cours du temps, développé le concept en sensibilisant les étudiants aux contraintes d'un projet industriel. Cela passe par la réalisation de documentations de suivi de projets, telles que le Cahier des Charges Fonctionnelles (CDCF), les comptes-rendus de réunions avec les clients, ..., mais aussi par la mise en place de plannings prévisionnels. Les étudiants doivent également connaître les incidences budgétaires de leurs projets (prix d'achat du matériel, déplacement, ...).

Pour affiner le « réalisme » d'une situation professionnelle et afin de développer leur méthode, il leur est demandé, depuis deux ans, de présenter leur projet à mi-parcours. A travers une courte soutenance devant toute la promotion et les enseignants (de projets

et de communication), ils expliquent leurs démarches, les problèmes rencontrés et les solutions envisagées. Ainsi, confrontés aux autres, ils sont soumis à la critique afin d'être mieux à même de défendre leurs projets.

Enfin, le dernier grand objectif de cette démarche est de les sensibiliser à la notion de qualité. Ainsi tous les documents, toutes les réunions doivent suivre des normes d'écriture, de présentation, ... Par exemple, les réunions doivent faire l'objet d'une convocation avertissant les différents acteurs et informant les secrétaires et les responsables (de formation, direction). Chaque document est référencé et des modèles sont disponibles.

3 EXEMPLE DE PROJETS

Voici quelques exemples de projets que nous avons menés. Certains ont été réalisés en collaboration avec des entreprises. Après une description sommaire du projet, nous analyserons les résultats obtenus.

3.1 Le concours de robotique mobile GEII

Ce projet est un projet récurrent. Nous le proposons à nos étudiants depuis 8 ans. Au début, les règles du concours étaient différentes de celles d'aujourd'hui, tout comme la plate-forme du robot. Nous nous intéresserons seulement aux versions actuelles du concours national de robotique des départements GEII (Figure 1).

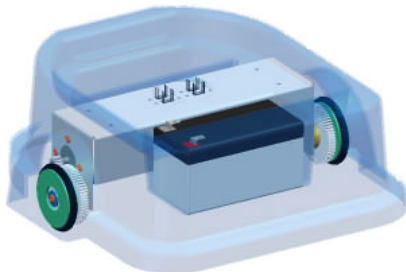


Figure 1 : Plate-forme commune du robot.

Préambule : Les règles du concours

Deux robots démarrent simultanément sur la piste qu'il faut parcourir le plus rapidement possible (Figure 2) en respectant la priorité à droite.

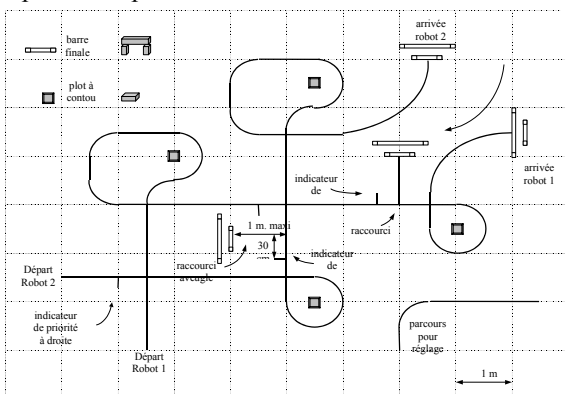


Figure 2 : Exemple de piste du concours.

Les robots doivent être capables de suivre la piste matérialisée par un ruban adhésif blanc collé sur de la moquette. Certains marquages spécifiques indiquent la présence d'une priorité à droite ou d'un raccourci. Les robots doivent s'arrêter sur une première barre sans faire tomber la seconde.

3.1.1 Contexte : Objet du projet

Afin de placer les étudiants dans une situation professionnelle, un enseignant est client du projet, un autre en assure le suivi (sur le plan technique ou logistique).

3.1.1.1 Besoin du client

Les besoins du client sont exprimés à deux niveaux. Le premier niveau est non technique puisqu'il s'agit de promouvoir la formation GEII en utilisant le robot. C'est le besoin principal du client.

Le second est d'ordre plus technique sans toutefois imposer de solutions technologiques. En effet, la promotion ne pourra être assurée que si le robot participe au concours et obtient des résultats satisfaisants.

Sur le plan technique les exigences peuvent se décliner globalement sous la forme suivante :

- participer au concours,
- améliorer les performances du robot,

ce qui peut être réalisé en suivant certaines pistes proposées :

- stabiliser le suivi de pistes,
- fiabiliser le système,
- améliorer la détection de piste,
- ...

3.1.1.2 Nature des robots

Nos robots utilisent la plate-forme commune. Plusieurs technologies différentes sont disponibles pour les étudiants. La première version de robot a été construite autour d'une carte mère à base de μ contrôleur PIC16F877. La plus récente utilise une carte mère à base de μ contrôleur Rabbit3000. Les circuits imprimés ont été conçus par des enseignants et sous-traités pour la réalisation. L'expérience des années passées montre que le volume horaire alloué au projet n'est pas suffisant pour concevoir une carte complète et fonctionnelle.

3.1.2 Réalisation

Les étudiants sont chargés d'assurer la promotion de la formation GEII dans le cadre de manifestations (science en fête, « portes ouvertes », ...) en utilisant le robot. Ces activités sont en général l'occasion d'exposer leur travaux à un public hétérogène. Ce sont également des occasions pour affiner les réglages lors des nombreux tours de piste.

Le groupe est parfois sollicité pour la rédaction d'articles de presse dans lequel il présente ses activités autour du robot.

répartir les tâches et de les planifier par rapport à l'échéance du concours.

Les étudiants ne comptent pas les heures puisqu'ils dépassent largement le quota défini au niveau de la maquette pédagogique. La motivation est indépendante de l'évaluation de leur travail puisque le concours a lieu après l'attribution de leurs notes.

Ce projet assure en interne comme en externe la promotion de la formation. Il permet de motiver et de mobiliser les étudiants de première année puisqu'ils sont invités, s'ils le souhaitent, à participer au concours avec leur robot. Une dizaine d'étudiants est concernée.

Ce projet a permis de mettre l'accent sur la fiabilité d'un produit car il est indispensable que le robot soit fiable pour espérer obtenir une bonne place au classement.

Sur un sujet qui peut ressembler parfois plus à un divertissement qu'à un travail, il est possible d'utiliser des compétences transverses de la formation GEII. En effet, le groupe est tenu d'approfondir ses connaissances dans les domaines de l'informatique (programmation), de l'électronique de puissance (commande moteurs), de l'électronique (gestion des capteurs opto, ultrasonores, ...) et également de la communication à travers la production d'écrits et de présentations.

3.2 Le lecteur MP3

Ce projet est également un projet récurrent. Nous le proposons à nos étudiants depuis 4 ans. L'objectif est de réaliser un lecteur de fichiers compressés au format MP3. Il s'agit de réaliser une maquette permettant la lecture de fichiers stockés sur un support de type mémoire flash.

3.2.1 La maquette

Le système doit être construit autour d'une puce de chez SGS-Thomson : le STA013 (Figure 4). Ce circuit assure la décompression matérielle d'un flux MP3. Il est configurable à l'aide d'une liaison I2C et il reçoit les données à décompresser par une liaison I2S.

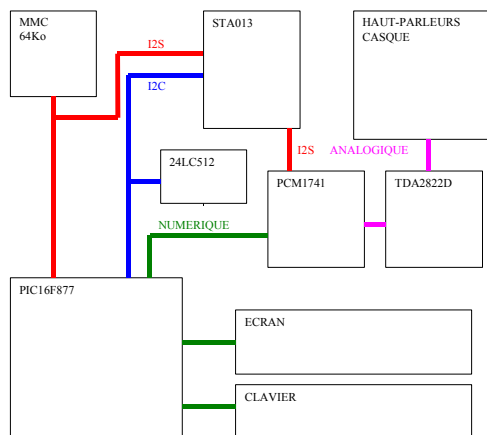


Figure 4 : Le lecteur MP3

La première année où nous avons proposé ce projet, les étudiants ont exploré les diverses possibilités technologiques pour le stockage des fichiers, l'interfaçage du STA013, les dispositifs de pilotage du lecteur, ... Nous avons donc choisi ces éléments pour les années suivantes : STA013, MultiMediaCard (MMC), afficheur LCD, clavier.

3.2.2 La bonne équipe

Le thème de ce projet est très actuel. Les lecteurs MP3 sont aujourd'hui très courants (clés USB, autoradio, baladeur CD, téléphone portable, ...). Ce sujet intéresse les étudiants même s'il peut être difficile techniquement. En effet, la gestion d'une table d'allocation de fichiers (FAT) peut s'avérer particulièrement difficile.

Considérant ces difficultés, ce projet a été proposé, l'an passé, à un groupe de six étudiants qui devaient se répartir les tâches (décodage, affichage et gestion de la FAT sur la MMC). Les objectifs étaient assez ambitieux puisqu'il s'agissait de réaliser un circuit imprimé hébergeant tout le système et présentant le lecteur de façon pédagogique en séparant les différentes fonctions. Ce groupe n'a obtenu aucun résultat malgré la présence d'une maquette partiellement opérationnelle montée par les étudiants de l'année précédente.

Cette année, le projet a été proposé à deux étudiants avec des objectifs revus à la baisse. Leur motivation a rendu la maquette opérationnelle en quelques jours. Ils ont été capables de formuler des propositions en anticipant les actions que nous voulions mener. Le circuit imprimé a été conçu par un enseignant « harcelé » par ces étudiants qui en ont assuré l'assemblage. La mise au point du logiciel est en cours.

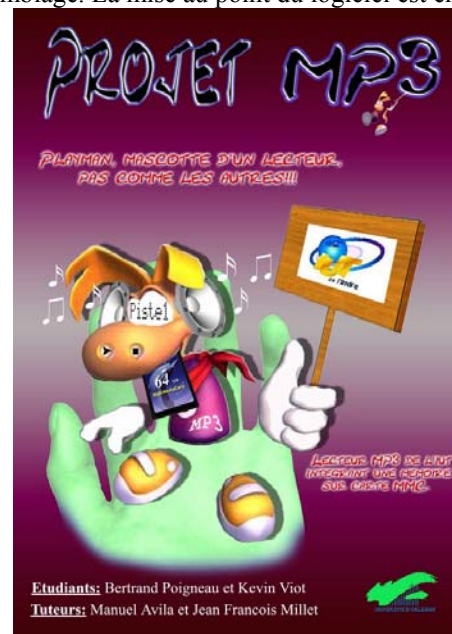


Figure 5 : L'affiche projet MP3

3.2.3 Bilan

Avec ce projet, nous avons obtenu de très bons résultats et d'autres moins bons. Le choix de l'effectif du groupe a une incidence directe sur les résultats obtenus. Un nombre d'étudiants trop important est rarement souhaitable. Les étudiants ont alors tendance à se « reposer » sur leurs collègues !

Il arrive parfois que les étudiants choisissent leur sujet de projet alors qu'ils sont encore en première année. S'ils arrivent à obtenir ce sujet, arrivés en deuxième année, (ce n'est pas toujours le cas malheureusement) alors on a un groupe très motivé. C'est le cas cette année. Ce qui se traduit par des départs fréquents à l'heure de fermeture de l'établissement.

Lorsque la maquette sera opérationnelle, elle pourra être utilisée lors de différentes manifestations. Elle montrera un exemple de réalisation dans le cadre de projets. Elle permettra également d'expliquer le fonctionnement d'un lecteur MP3.

4 LE DEFLECTOGRAPHE

Le déflectographe (Figure 6) est un appareil de mesure destiné à évaluer l'état des chaussées du réseau routier. Il permet aux laboratoires du Ministère de l'Équipement de contrôler l'état des routes afin de prévoir l'entretien des chaussées. Cet appareil permet également de vérifier la qualité d'une chaussée lors de sa livraison.

La rénovation de cet appareil a fait l'objet d'un projet en partenariat avec une entreprise de la région.



Figure 6 : Le déflectographe

4.1.1 Le principe de la mesure

La technique d'évaluation de la déformation consiste à mesurer l'enfoncement de la chaussée au passage d'un essieu chargé de 13 tonnes. Cette mesure est un bon indicateur de l'état de la chaussée. Le principe de la mesure est décrit sur la figure suivante:

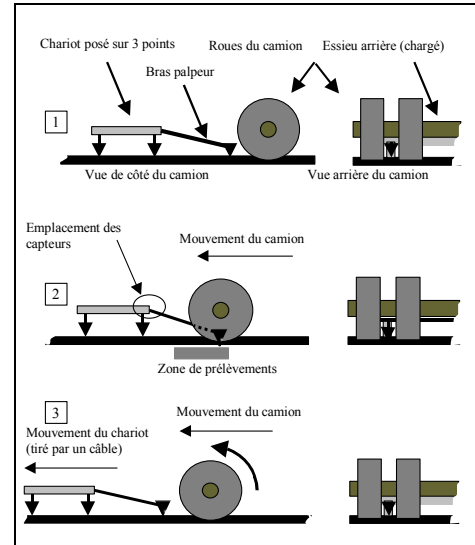


Figure 7 : Cycle de la mesure.

4.1.2 L'automatisme avant l'étude

L'automatisme présent sur le déflectographe a été réalisé avec des technologies de « l'époque » à l'aide d'un système électromécanique. Un disque perforé, rappelant le métier à tisser de Jacquard, fournit la position relative de la poutre par rapport au camion et gère l'ensemble de l'automatisation de celle-ci (Figure 8).



Figure 8: L'automatisme avant l'étude.

4.1.3 Le système rénové

Dans le cadre du projet, nous avons proposé des solutions de rénovation du système à l'entreprise qui en a choisi et développé une.

Cette solution est basée sur un PC industriel [1] comportant des cartes de gestion des entrées sorties. L'automatisme est géré à l'aide d'une tâche de type programmation synchrone (programme automate) écrite en langage C et d'une interface graphique qui dialogue avec le programme automate et l'opérateur.

Ce système a nécessité la mise en place d'un nouveau capteur permettant de déterminer la position du chariot par rapport au véhicule porteur. Une barrière optique détecte le passage du chariot, puis un codeur incrémental permet de mesurer la distance parcourue par le porteur. Des échantillons sont alors prélevés à intervalles réguliers. A partir de ces échantillons, une

mesure de rayon de courbure est calculée. Ces mesures sont stockées dans un fichier avec les informations sur la distance parcourue, le numéro de tronçons de route,

Ce projet représente une quantité de travail considérable. Un prototype a été réalisé dans le cadre du projet durant l'année « universitaire ». Ce travail a été suivi de deux stages afin de finaliser la mise en place sur le véhicule. La mise au point a été réalisée par la suite.

4.1.4 Bilan

Ce projet industriel a abouti à la rénovation d'un système complet. La période projet a permis l'étude du système et l'élaboration de propositions de solutions. L'une d'elles a été choisie par le client et développée. Deux étudiants ont mis en œuvre le système durant leur stage. Un collègue enseignant-chercheur a assuré un soutien durant et après le stage dans un cadre « transfert de technologie ». Les deux étudiants ont été embauchés suite à leur stage. L'un d'eux assure aujourd'hui le déploiement et la maintenance des nouveaux systèmes. A ce jour, une dizaine d'appareils a été rénovée.

Dans le cadre de ce projet, nous avons effectué une action de transfert de technologie vers une PME. Les contacts établis avec cette entreprise et les résultats obtenus nous ont, depuis, permis de faire embaucher un doctorant. Sur cette collaboration, nous avons pu jouer notre rôle d'universitaires au niveau de la formation, du transfert de technologies et de recherche.

5 CONCLUSION

La mise en place de cette démarche projet nécessite l'adhésion d'une majorité d'enseignants. En effet, aucun progrès n'aurait pu se faire sans une implication importante de plusieurs collègues. Tout au long de ces années, nous avons pu confronter différentes façons de suivre les projets. Les premières années, nous avons privilégié les activités techniques. Le manque flagrant de démarches et d'écrits nous a ensuite incité à exiger des documents (CDCF, ...). Nous avons eu tendance, alors, à faire « trop de papier » et pas assez de technique. Nous avons perdu, durant ces années, le bénéfice « intérêt des projets » car noyé dans la contrainte « paperasse ». Depuis, un équilibre a été obtenu entre réalisations et écrits. De plus, nous arrivons mieux maintenant à justifier les écrits en expliquant qu'ils permettent de gagner du temps et non d'en perdre. Sommes-nous, nous-mêmes, plus convaincus ?

Notre démarche projet oblige les étudiants et les enseignants à travailler avec une rigueur plus importante. L'année est planifiée dès le mois de septembre. Les étudiants savent qu'il y aura des jalons à respecter obligatoirement pendant les sept mois de formation consacrés en partie à leur projet.

Dans notre démarche projet, la communication a une place importante. Elle permet aux étudiants de conceptualiser plus rapidement et de « s'approprier » plus facilement le projet en le mettant en perspective avec un public non universitaire ou technique.

Les leçons que nous pouvons tirer de ces années d'expériences sont nombreuses. Le travail en équipe est indispensable pour la réussite d'un projet : seul, on ne fait rien. Ce travail doit se faire dans une bonne ambiance avec une bonne organisation et répartition des tâches. Ce qui implique la présence d'un chef de projet capable d'assurer la cohésion et l'animation du groupe. Les étudiants sont sensibilisés à cet aspect mais ils en sont rarement convaincus.

Nous avons un retour très positif de nos anciens étudiants. Le management de projet est bénéfique pour eux. Ils se rendent compte, lors de l'exercice de leur profession, qu'ils auraient pu éviter certains « échecs », grâce à cette gestion de projet. L'image transmise dans les entreprises est également positive. En effet, dans notre région où les PME/PMI sont très présentes, l'apport de méthodologies est appréciable.

Pour mettre en place ce type d'approche, il faut être prêt à passer du temps à gérer l'organisation. Il faut prévoir quelques années de « rodage » pour espérer retirer réellement un bénéfice d'une telle approche. Il semble illusoire de trouver le bon dosage dès la mise en place.

Cette approche permet aux enseignants de rester motivés par exemple en se tenant au courant des dernières avancées technologiques ou en ayant des contacts avec les industriels locaux.

Le gain en motivation des étudiants peut être considérable. A travers une mise en situation professionnelle concrète, ils gagnent en autonomie. Ils deviennent plus critiques et capables d'exprimer des propositions.

Il faut cependant veiller à proposer des sujets en relation avec la formation. Ce qui permet d'assurer une utilisation de compétences transverses. Le choix des effectifs doit être fait afin de permettre à chaque membre du groupe de s'exprimer.

Ce qu'il nous reste à faire... Arriver à transférer leur motivation sur les cours plus « académiques ». Ce sera la prochaine étape.

Bibliographie

1. Repères : Le PC dans l'industrie, REE, Revue de la SEE, N° 9, pp 69-91, octobre 1999.
2. Capacités de synthèse de nos étudiants, GESI, N°59, mai 2002, Pascal Vrignat.
3. « Etudes et Réalisations », projets tuteurés, GESI, N° 62, décembre 2003, Jean-Noel Boutin, Pascal Vrignat.
4. De quoi sont capables nos étudiants en projet ?, GESI, N°61, juin 2003, Pascal Vrignat.

Aperçu de nos projets sur le site : www.progetech.fr.fm