

Conseils pédagogiques
pour la planification des projets intégrateurs

à l'intention
des professeurs responsables des cours concernés
et des chefs d'équipes pédagogiques du PDF

par

Anastassis Kozanitis, conseiller pédagogique
Richard Prigent, directeur et conseiller pédagogique
Bureau d'appui pédagogique

TABLE DES MATIERES

Remerciements.....	3
Introduction.....	4
Figure 1. Vue d'ensemble de la planification d'un projet intégrateur.....	5
1. Choix d'un projet intégrateur.....	6
2. Moyens pour organiser le projet.....	8
3. Façons de former les équipes.....	10
4. Modalités pour la supervision des équipes.....	14
5. Façons d'évaluer les apprentissages.....	18
6. Évaluation de l'enseignement.....	20
Références.....	22
La planification d'un projet en résumé.....	24

REMERCIEMENTS

Les auteurs désirent remercier pour leur précieuse collaboration les professeurs de l'École qui ont accepté de partager leurs expériences avec nous. Le tableau suivant présente le nom de ces professeurs, le sigle de leurs cours ainsi que les sujets de leurs projets selon les cours.

Département	Professeur	Sigle du cours	Sujet des projets
mathématique et génie industriel	D. Riopel et A. Langevin	IND4903	Projet Prisme : grande diversité de projets qui visent soit à rationaliser les opérations, améliorer les installations, concevoir une usine ou fabriquer un nouveau produit (depuis plus de 25 ans).
	M. Ouali	IND3901	Projet intégrateur 1 : concevoir ou effectuer une réingénierie d'un produit donné.
	D. Imbeau	IND1901	Projet intégrateurs 1 : Analyse ergonomique et mesure du travail d'un vrai poste de travail en entreprise.
génie informatique et logiciel	Y. Boudreault	INF1990	Projet intégrateur : construire un robot capable de parcourir un itinéraire prédéterminé.
	P. Robillard,	LOG6435	Projet Clinique de génie logiciel : concevoir un logiciel d'agenda partagé pour la compagnie CAE.
génie civil	R. Desjardins	CIV6208	Projet traitement des eaux potables : concevoir une usine de traitement des eaux potables.
	Y. Comeau	CIV4109	Projet d'ingénierie : réingénierie d'une structure de génie civil.
génie chimique	R. Samson et L. Deschênes	GCH6311	Projet traitement des sols : concevoir un centre de traitement et de recyclage des sols contaminés.
	M. Jolicoeur	GCH4610	Usine de production : validation d'une usine de production d'un biopolymère, le PH temporaire lors de réparation de fractures.
	M. Perrier, R. Legros, C. Dubois, F. Bertrand et D. Klvana	GCH3100	Projet APPOU (approche par projet en opérations unitaires) : concevoir une colonne à distiller pour récupérer l'iso-pentane contenu dans un mélange d'hydrocarbures légers.
génie mécanique	M. Bernier et Y. Bouchard	MEC3240	Projet de transfert de chaleur : concevoir un échangeur de chaleur à partir d'un devis technique.
	B. Sanschagrin	MEC4340	Projet de Prototypage virtuel : modification d'une Formule SAE et conception d'une nouvelle Formule SAE.
	M. Balazinski et R. Gizicki (Pratt et Whitney)	MEC3340	Projet réingénierie de systèmes mécaniques : optimisation de la conception visant à augmenter la température d'opération, minimiser le coût de fabrication et le poids d'un filtre à air utilisé dans un moteur d'avion.
	R. Vinet	ING1040	Introduction au projet d'ingénierie : réalisation de mini projets en équipe (dizaines de sujets choisis par les équipes).
génie électrique	P. Savard	ELE1000	Projet intégrateur : conception d'un robot capable de reconnaître une zone de chaleur sur une table, simulant la découverte d'une mine antipersonnel.
	J.-J. Brault et collaborateurs	ELE4302	Projet GEPP (génie électrique par projet) : conception d'un microprocesseur.

INTRODUCTION

Contexte

Depuis plusieurs années, de nombreux professeurs de l'École font réaliser à leurs étudiants un ou des projets d'envergures diverses dans leurs cours.

Or, le PDF fait en sorte qu'il y aura désormais **un projet intégrateur chaque année** dans les onze programmes du baccalauréat en ingénierie (44 projets intégrateurs au total !). Ceci sans pour autant diminuer les initiatives individuelles des professeurs cités plus haut.

Le Bureau d'appui pédagogique (BAP) souhaite offrir son aide aux professeurs concernés et intéressés par les projets intégrateurs : professeurs responsables d'un projet intégrateur, chefs d'équipe pédagogique et même, le cas échéant, coordonnateurs de l'ensemble des projets intégrateurs de tout un programme.

C'est pourquoi le BAP propose, dans le présent document, **des conseils pédagogiques généraux sur la planification d'un projet intégrateur**. Ces conseils portent sur les six éléments suivants (représentés à la figure 1) : 1) le choix du projet, 2) les moyens pour organiser le projet, 3) les différentes façons de former les équipes, 4) les modalités pour la supervision des équipes, 5) les façons d'évaluer les apprentissages et enfin, 6) les façons d'évaluer le cours projet. Les conseils renvoient à des exemples de plusieurs professeurs qui ont déjà expérimenté la pédagogie par projets. De plus, on retrouve en annexe des références utiles ainsi qu'un résumé de l'ensemble des éléments présentés. Nous espérons que ces conseils pédagogiques sur la planification d'un projet intégrateur vous seront utiles.

Offre de service

Nous vous invitons à entrer en contact avec le Bureau d'appui pédagogique afin de vous aider à **contextualiser les conseils avancés** à chacune des situations originales des projets intégrateurs de vos programmes. Le Bureau d'appui pédagogique vous renouvelle également sa disponibilité, son expertise, ses ressources et ses budgets pour :

- le développement en général de vos projets intégrateurs ;
- l'échange avec des professeurs collègues qui ont déjà l'expérience de projets dans les cours et qui ont développé des dispositifs pédagogiques et du matériel didactique inspirant ;
- le développement de nouveaux matériels didactiques (écrits, audiovisuels ou informatiques);
- l'adaptation de matériel existant;
- la création, l'adaptation ou le renouvellement d'outils d'évaluation des apprentissages ;
- le développement de questionnaires ou d'entrevues sur mesure destinés à l'évaluation de l'enseignement de vos cours «projets intégrateurs» ;
- etc.

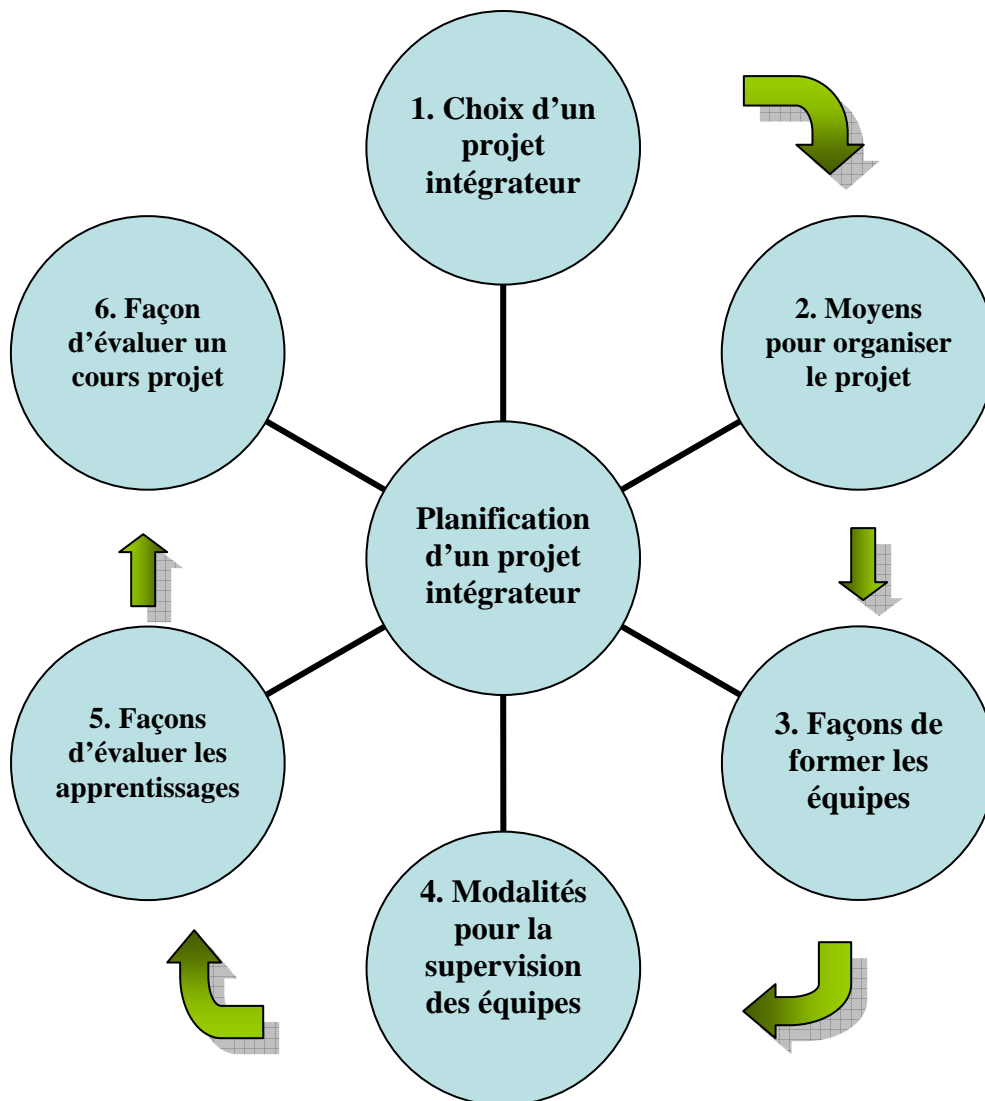


Figure 1. Vue d'ensemble de la planification d'un projet intégrateur

1. CHOIX D'UN PROJET INTEGRATEUR

Éléments à considérer :

- le projet doit présenter un **défi** aux étudiants ;
- il doit être **réaliste** ;
- son **envergure** doit être appropriée ;
- le projet doit être pédagogiquement bien **structuré**.

Défi

Le succès d'un projet intégrateur repose beaucoup sur la nature du défi proposé aux étudiants et sur sa capacité à engager et soutenir leur motivation pendant plusieurs semaines. Un projet intégrateur peut être motivant de plusieurs façons. Par exemple, s'il correspond à un travail que les étudiants auront à faire comme ingénieurs ; si le projet lance un défi aux étudiants pour mettre à l'épreuve des apprentissages récemment réalisés ; si le projet éveille chez les étudiants le plaisir ou la hâte d'une réalisation, ou encore s'il propose un aspect ludique ; si les étudiants peuvent eux-mêmes choisir le sujet du projet ou des parties du projet ; si le projet comprend une compétition d'équipes capable de stimuler l'émulation ; si le projet doit être présenté devant un jury (interne et externe par exemple) ou s'il doit faire l'objet d'une présentation publique ; si le projet exploite une forme de «popularité ou d'actualité» d'événements industriels réels ou encore des sujets couverts dans plusieurs cours concourants ; etc.

Réaliste

La pratique de la profession attire beaucoup les étudiants. C'est pourquoi un projet intégrateur présentant un caractère d'authenticité, tiré de la réalité industrielle, qui permet l'utilisation d'outils et de matériels employés dans l'entreprise ou autre, est souvent un gage de succès d'un projet intégrateur. Ce projet peut être simplifié au besoin, comme on peut y ajouter des dimensions éthiques, environnementales, économiques, de gestion de projet, etc., dans un souci d'intégration des matières. Les projets les moins intéressants pour les étudiants sont les projets «inventés» de toute pièce par les professeurs et qui présentent aux yeux des étudiants l'allure de gros devoirs purement scolaires, déconnectés de la réalité.

Envergure

Un projet intégrateur, peu importe l'année de baccalauréat où il a lieu, ne devrait pas être ni trop complexe, ni trop simple. Simpliste, il ne mobilise pas les étudiants. Écrasant, il étouffe au point de décourager les étudiants! L'envergure d'un projet intégrateur est fonction de plusieurs facteurs à équilibrer : la complexité disciplinaire en jeu, la quantité de choses à faire dans un échéancier prescrit, la taille des équipes requise pour réaliser le travail, les exigences du projet (rédactionnelles, communicationnelles, informatiques, disciplinaires, multidisciplinaires, la disponibilité restreinte d'un client réel, des données manquantes à trouver, des contraintes de temps et de budget réels, etc.). Le défi pour les professeurs est d'arriver à une orchestration équilibrée de plusieurs de ces éléments. Toutefois, il est évident que l'envergure d'un projet intégrateur devrait logiquement prendre de l'ampleur au fil des quatre années du baccalauréat.

Structuré

Dans la pédagogie associée aux projets intégrateurs, les étudiants apprécient énormément deux choses : 1) un cours bien organisé et structuré et 2) un encadrement soutenu. En ce qui concerne le premier point, les étudiants apprécient un cours où tout est clair : les compétences et les connaissances visées, les directives, le mandat, les livrables, les critères d'évaluation, l'échéancier, les ressources, la nature et la forme du rapport, de l'exposé final ou de la soutenance attendus, etc. En ce qui concerne l'encadrement, ils s'attendent à un suivi soutenu de la part du professeur, ils veulent pouvoir recevoir régulièrement de l'aide de la part de tuteurs ou du professeur en cas de problème ; ils s'attendent également à ce que celui-ci accorde un soin récurrent au bon fonctionnement des équipes, etc.

EXEMPLES ¹

Défi

- En génie informatique et logiciel, en première année 2005, le professeur Y. Boudreault soumet aux étudiants un projet intégrateur un peu ludique : construire un robot capable de parcourir un itinéraire prédéterminé.
- En génie industriel, le projet intégrateur de première année 2005, le professeur D. Imbeau propose l'analyse ergonomique et la mesure du travail d'un vrai poste de travail en entreprise.
- Dans les deux cas, des connaissances disciplinaires récemment apprises trouvent un débouché concret, simple mais d'allure professionnelle.

Réaliste

- En génie civil, dans un cours aux études supérieures, le professeur R. Desjardins fait (re)concevoir par chaque étudiant l'usine d'épuration d'une municipalité québécoise, en se fondant sur les données réelles de chaque municipalité.
- En génie chimique, les professeurs R. Samson et L. Deschênes font concevoir un centre de traitement des sols contaminés. Un juge externe, fonctionnaire supérieur d'un ministère concerné, lit le rapport d'une équipe et vient expliquer si oui ou non il donne le certificat d'autorisation suite à son analyse du travail produit. Voilà une accentuation du caractère réel du monde du travail.

Envergure

- En génie électrique en 1^{re} année, le projet intégrateur du professeur P. Savard concerne la conception d'un robot qui devra exécuter une tâche simple : reconnaître une zone de chaleur sur une table, simulant la découverte d'une mine antipersonnel. Le projet est réduit à une très simple expression. On envisage même la possibilité d'une compétition entre les équipes.
- À l'opposé, en 4^e année, le projet Prisme (professeurs D. Riopel et A. Langevin) en génie industriel, ou encore le projet «Clinique de génie logiciel» (professeur P. Robillard) confronte les étudiants à des problèmes industriels parfaitement réels : vrais clients, vraies données, vrais budgets, vraies contraintes de temps, etc.

Structuré

- Dans plusieurs cours actuels qui comprennent un projet, les professeurs (par exemple : M. Bernier et Y. Bouchard en mécanique, M. Jolicoeur en génie chimique, les professeurs M. Perrier, R. Legros, C. Dubois, F. Bertrand et D. Klvana, de génie chimique, etc.) clarifient l'organisation et les exigences du projet, soit dans un Plan de cours, dans un Guide de l'Étudiant, dans un Cahier des charges, dans un site Web, ou dans un mélange de ces moyens, etc. En ce qui concerne l'encadrement, les pratiques des professeurs varient énormément en fonction de la taille des groupes et du nombre d'équipes à superviser. Certains se contentent d'une organisation plus souple et à la demande. D'autres, contraints par le nombre d'équipes organisent, en rotation, des rendez-vous réguliers prévus d'avance. D'autres encore organisent des rencontres plénières hebdomadaires de toutes les équipes pour faire le point.

1. Les exemples présentés dans ce document ne sont pas tous des projets intégrateurs tels qu'entendus dans le cadre du PDF, c'est-à-dire avec souci d'intégration de plus d'une matière. Cela dit, on retrouve dans ces exemples les caractéristiques propres à un projet intégrateur.

2. MOYENS POUR ORGANISER LE PROJET

Éléments à considérer :

- planifier le **déroulement** du projet ;
 - préparer les **documents** pertinents ;
 - déterminer le **lieu de travail** ;
 - coordonner les **ressources humaines et matérielles**.
-

Déroulement

En lien avec les objectifs visés, le projet à proprement parler s'oriente vers une production concrète (au sens large : texte, instrument, appareil, prototype, exposition, maquette, expérience scientifique, etc.) qui comprend un ensemble de tâches dans lesquelles tous les étudiants peuvent s'impliquer et jouer un rôle actif. Il est important que le professeur établisse la planification détaillée du déroulement du projet en fonction des ressources allouées et des échéances à respecter afin d'assurer une meilleure chance de succès. Pour ce, il doit prévoir toutes les étapes de la réalisation du projet. Il peut, par exemple, commencer avec une offre de service, puis exiger des rapports d'avancement, un rapport final, un exposé final, une soutenance ou même une compétition finale. Par ailleurs, étant donné les contraintes nombreuses des étudiants, un échéancier précis de chacune des étapes aidera ces derniers à mieux planifier leur emploi du temps et à répartir la charge de travail convenablement.

Documents

Le professeur doit préparer une documentation écrite contenant l'information relative au déroulement du projet. L'élaboration de plusieurs documents peut être nécessaire : un **plan de cours**, un **cahier des charges**, un **échéancier**, un **guide de l'étudiant**. Il peut également être question d'un **site web** pour le cours et d'un **espace web** qui favorise les communications entre les étudiants et même d'un **cahier de bord** rédigé par chaque étudiant qui l'aide à garder une trace de son travail, etc.

Lieu de travail

C'est habituellement au professeur qu'incombe la responsabilité de mettre en place un environnement de travail propice au déroulement de l'ensemble du projet. Un espace de travail prévu pour le projet facilite certainement la tâche des étudiants qui n'ont pas à chercher un lieu pour leurs rencontres d'équipe. En ayant accès à une salle de projet, les étudiants peuvent travailler à leur guise et selon un horaire établi afin de mener à terme le projet.

Ressources

D'une part, le professeur responsable du projet doit prévoir, le cas échéant, la coordination de l'ensemble des personnes impliquées dans le projet. Il peut s'agir des personnes suivantes : d'autres professeurs, des chargés de cours, des techniciens, des chargés de laboratoires, des consultants externes et des étudiants. Par ailleurs, les différents professionnels de l'École, notamment les bibliothécaires, les conseillers pédagogiques, le psychologue ou autres peuvent aider au diagnostic ou au développement d'habiletés personnelles, informationnelles, rédactionnelles et communicationnelles. Il ne faut surtout pas hésiter à faire appel à leur service. D'autre part, il faut s'assurer de disposer des équipements nécessaires à la réalisation du projet d'avoir du matériel en quantité suffisante. Autrement, il faudra en prévoir l'achat ou même la conception de ceux-ci par les étudiants, ce qui ajoute à l'effet de réalisme.

EXEMPLES

Déroulement

- Dans le projet Apprentissage par problèmes et par projets en opérations unitaires, 12 cr. (APPOU), les professeurs (M. Perrier, R. Legros, C. Dubois, F. Bertrand et D.Klvana,) expliquent en détails le déroulement du projet dans le site Web ; on y voit un programme global pour le trimestre, un programme hebdomadaire détaillé avec les activités et les livrables ; le site web met à disposition des étudiants toutes les grilles d'évaluation (des TD, des modules d'apprentissage, de l'offre de service et du projet), etc.

Documents

- Les professeurs D. Riopel et A. Langevin (Industriel) du projet Prisme remettent à chaque étudiant un document relié intitulé « Guide des participants » (49 pages) qui sert de plan de cours. Ce document est divisé en quatre chapitres et contient une préface qui indique la structure générale du document. Le premier chapitre présente le contexte pédagogique particulier du projet en vue de préparer psychologiquement les étudiants à ce nouveau contexte. De plus, ce chapitre fait état du déroulement de l'ensemble du projet. Le deuxième chapitre expose la liste des projets réalisés par les équipes des années antérieures. Le troisième chapitre aborde les aspects plus techniques nécessaires à la réalisation des projets. Enfin, le quatrième chapitre précise le fonctionnement hebdomadaire du travail des équipes, on y retrouve notamment des indications sur les échéanciers, le site web, les rencontres avec les professeurs, les rapports aux entreprises, les présentations ainsi que sur les moyens de communication.
- À l'instar du projet précédent, le professeur R. Vinet (mécanique) responsable du cours ING 1040 (et son équipe d'enseignement) remet également un « Cahier de l'étudiant » qui contient les informations pertinentes au déroulement du projet. De plus, les étudiants reçoivent un photocopie ainsi que des ouvrages pour les aider à la rédaction de rapport technique. De plus, les étudiants ont accès au site Web du cours et on l'obligation de tenir à jour un « cahier de projet » qui sert de bilan individuel des acquis durant le projet.
- Plus succincts, les professeurs M. Ouali remet un plan de cours semblable à ceux des cours habituels ainsi qu'une « Charte de projet » qui contient des informations sur le contexte de l'entreprise-cliente du projet, de la problématique, des besoins du client ainsi que les attentes sur le type de produit à concevoir.

Lieu de travail

- Il existe à l'École plusieurs salles de classes avec des tables et des chaises mobiles qui peuvent convenir à des projets intégrateurs. Il existe quelques locaux à géométrie variable, par exemple les salles B-512 et B-314, qui offrent un aménagement adaptable aux besoins des équipes. Certains programmes envisagent même de déposer dans ces «salles-projets» une documentation permanente.

Ressources

- Chaque trimestre, l'équipe professorale du cours ING 1040 regroupe facilement 30 personnes (professeurs, chargés de cours, auxiliaires d'enseignement, spécialistes de la bibliothèque) dont il faut assurer la coordination.
- Le professeur R. Samson en génie chimique engage un assistant pour l'aider durant le projet.
- Le professeur M. Ouali de génie industriel, les professeurs M. Perrier, R. Legros, C. Dubois, F. Bertrand et D.Klvana, de génie chimique, le professeur B. Sanschagrin de génie mécanique font appel au psychologue de l'École pour l'administration d'un test sur les styles d'apprentissage.
- Plusieurs professeurs (M. Ouali de génie industriel, M. Balazinski de mécanique, Y. Comeau de génie civil) font appel à un ingénieur consultant externe pour le projet du cours.

3. FAÇONS DE FORMER LES EQUIPES

Éléments à considérer :

- déterminer la **taille des équipes** ;
 - procéder à la **composition des équipes** ;
 - identifier les **styles d'apprentissage** pour la formation des équipes ;
 - planifier les **activités de formation** au travail en équipe.
-

Taille

En théorie, peu importe le nombre de coéquipiers dans une équipe de travail (2, 3, 4, 5, etc.), ce que les étudiants apprécient le plus lorsqu'ils doivent œuvrer en équipe dans un projet, c'est de travailler dans une équipe qui fonctionne ! C'est-à-dire une équipe qui produit un travail de qualité en fonction de la cible à atteindre, une équipe capable de régler ses difficultés, une équipe où règne un esprit de partage et d'implication. Les équipes de trois, quatre ou cinq partenaires laissent place à une variété de phénomènes associés à la vie d'une équipe de travail. Les dyades au contraire sont de toutes petites équipes où bien peu de phénomènes associés au travail en équipe peuvent se produire. Le nombre maximal réaliste de participants à un projet intégrateur est probablement six. Dépassé ce nombre, les problèmes d'organisation internes arrivent facilement. *En pratique*, les critères pour déterminer la taille des équipes d'un projet intégrateur sont davantage dictés par des facteurs terre à terre comme : la disponibilité de certains équipements, l'ampleur du projet intégrateur, sa complexité, le nombre d'étudiants inscrits au cours, la capacité de supervision et de correction du professeur et même la taille du local disponible. La taille des équipes peut augmenter ou diminuer de la première à la quatrième année en fonction de la complexification des projets.

Composition des équipes

Pour réaliser un projet intégrateur, un professeur peut 1) soit laisser les équipes se former de façon naturelle, 2) soit imposer un mode stratégique de formation des équipes 3) ou encore adopter un mode hybride entre les deux façons précédentes. Toutes ces modalités ont des avantages et des désavantages. Les étudiants qui se connaissent davantage (2^e, 3^e, et 4^e année) vont spontanément préférer les équipes naturelles avec des coéquipiers qu'ils connaissent, qu'ils savent fiables et productifs et qui sont aussi faciles à rencontrer. À l'inverse, et pour des raisons pertinentes, certains professeurs vont utiliser une stratégie particulière pour former les équipes : le choix au hasard, le pairage selon une variété des styles d'apprentissage (voir page 12), le pairage selon des spécialités différentes pour former des équipes pluridisciplinaires, etc. Enfin, d'autres professeurs vont utiliser un mode hybride. Par exemple, au sein d'équipes naturelles, certains professeurs vont essaimer, dans chaque équipe, des coéquipiers de diverses ethnies ou de calibre scolaire différent ; ils peuvent aussi vouloir favoriser une répartition plus équilibrée des hommes et des femmes ; ils peuvent vouloir associer, en une plus grosse équipe, plusieurs petites équipes naturelles de deux personnes, etc. Finalement, le choix revient toujours au professeur de soupeser les circonstances de son projet intégrateur et de choisir une solution qu'il expliquera et dont il fera accepter les motifs aux étudiants. A ce propos, les professeurs ont généralement recours aux équipes imposées pour les premiers projets et tendent à laisser la formation d'équipes plus naturelles pour les projets plus avancés ou de plus grande envergure.

EXEMPLES

Taille

À titre d'exemples de situations variées, les équipes de projet sont composées :

- de 4 étudiants dans le cours des professeurs M. Bernier et Y. Bouchard en génie mécanique.
- de 6 étudiants en APPOU en génie chimique (M. Perrier, R. Legros, C. Dubois, F. Bertrand et D.Klvana) --
- six étudiants obtenus par la réunion de 3 équipes de TD de 2 étudiants.
- de 5 ou 6 étudiants dans le projet Prisme en génie industriel (D. Riopel, A. Langevin).
- de 3 étudiants en génie chimique dans un cours de M. Jolicoeur.
- de 19 étudiants (totalité du groupe) dans le cours du professeur B. Sanschagrin (mécanique).
- de 7 étudiants dans le cours de M. Balazinski en génie mécanique.

Composition des équipes

- Les équipes sont imposées dans le cours de M. Ouali. Ces derniers effectuent une distribution équitable des hommes et des femmes dans les équipes ainsi qu'entre les étudiants étrangers et québécois.
- Les équipes sont composées suite à un tirage au hasard dans les cours ING 1040 de R. Vinet au tronc commun ; on assure aussi une distribution équilibrée du nombre de filles dans chaque équipe.
- Les équipes sont composées de façon naturelle dans les cours des professeurs M. Jolicoeur (chimique) et M. Balazinski (mécanique) ; il en va de même dans le projet Prisme (D. Riopel et A. Langevin, industriel).
- Les professeurs M. Bernier et Y. Bouchard (mécanique) effectuent une pige des noms au hasard pour déterminer les équipes et, au besoin, procèdent à une répartition des filles dans chaque équipe.

Suite p. 12 →

3. FAÇONS DE FORMER LES EQUIPES (SUITE)

Styles d'apprentissage

Dans le but de fournir aux étudiants une expérience de vie d'équipe encore plus proche de la réalité du travail en entreprise et composée d'une variété de styles de personnalités, plusieurs professeurs vont composer les équipes d'un projet intégrateur sur la base des types de personnalités présentes ou encore sur la base des styles d'apprentissages représentés dans la classe. Deux questionnaires sont le plus souvent utilisés à cette fin dans les universités (il en existe plusieurs autres) : le Myers-Briggs Personality Type Indicator (MBTI) ou le questionnaire sur les styles d'apprentissage de R. Felder et B. Soloman. Les résultats aux questionnaires remplis par les étudiants permettent à ceux-ci d'identifier des caractéristiques générales pour eux-mêmes et chez leurs coéquipiers et de comprendre les différences comportementales au sein de l'équipe constituée ; dans ce genre d'équipes les étudiants peuvent mettre à profit leurs collègues dans divers rôles ou tâches et profiter des avantages que représente la diversité pour la productivité de l'équipe en regard de la tâche commune du projet intégrateur. Il est vrai cependant que la richesse du travail accompli nécessitera plusieurs ajustements et explications afin de souder les différences de l'équipe en vue d'une production optimale.

Activités de formation

Travailler en équipe ne s'improvise pas et ne s'apprend pas par la simple agrégation d'individus autour d'un projet. D'ailleurs, trop de personnes laissées à elles-mêmes dans une situation de ce genre ne veulent plus jamais travailler en équipe! Or, la compétence de savoir travailler en équipe peut s'apprendre. Elle se construit graduellement. Systématiquement. Idéalement selon un processus planifié par un professeur au sein d'un projet intégrateur et par une équipe de professeurs au sein de plusieurs projets intégrateurs sur les quatre années du baccalauréat. Cette compétence exige avant tout la perception et la valorisation d'une cible commune ; elle dépend de l'application de règles élémentaires de communication, d'un partage des rôles explicite où chaque membre joue un rôle actif et où l'interdépendance positive est encouragée ; d'un sens du respect et de la réciprocité à l'égard d'autrui ; à l'occasion, elle nécessite l'apprentissage d'un processus et de techniques de résolution de difficultés ou conflits ; ce sont là des éléments en lien avec les habiletés personnelles et relationnelles qu'on se doit de développer chez les étudiants. La production d'une équipe de travail ne peut progresser sans l'application d'un mécanisme de gestion de projet (échancier, etc.) et des priorités ; elle nécessite des évaluations régulières du fonctionnement de l'équipe pour renforcer la solidarité du groupe ; elle s'enrichit de célébrations occasionnelles ou régulières des «belles» réalisations individuelles et collectives ; etc. Le travail d'équipe fait un usage naturel d'outils comme : les offres de services, les ordres du jour et les comptes rendus de réunions, les rapports écrits, les rapports d'étapes, les exposés, les discussions, etc. Tous ces sujets peuvent être abordés à travers des lectures et des exercices sur le travail en équipe, mais surtout dans le transfert conscient et réfléchi à un projet. Chaque professeur est responsable de l'organisation de ce processus d'apprentissage.

EXEMPLES

Styles d'apprentissage

Quelques professeurs à l'École utilisent des tests pour aider les étudiants à identifier leurs caractéristiques personnelles ou leurs styles d'apprentissage :

- Entre autres, le MBTI est utilisé en mécanique dans le cours de B. Sanschagrin
- Le MBTI est aussi utilisé par M. Ouali dans le but de former des équipes hétérogènes à partir des résultats du questionnaire.
- En génie chimique, dans le cours GCH 3100 (M. Perrier, R. Legros, C. Dubois, F. Bertrand et D. Klvana) c'est le test de Felder et Soloman sur les styles d'apprentissage qui permet aux étudiants de mieux identifier leurs façons d'apprendre avant d'entreprendre le projet du cours

Activités de formation

- Le cours ING 1040 du tronc commun dont est responsable R. Vinet (mécanique) a développé plusieurs exercices sur le travail en équipe qui se retrouvent dans le Guide de l'étudiant, par exemple :
 - Connaissance des membres de mon équipe
 - Tenue de réunion efficace
 - Évaluation du travail en équipe et du travail de l'animateur
 - Évaluation de la contribution individuelle au travail d'équipe
 - Problème de leadership
 - Problème avec un mouton noir, etc.
 - Bilan personnel des apprentissages
- Dans le cours du professeur M. Ouali, le psychologue de l'École (G. Lussier) transmet des notions de base sur la résolution de problèmes. De plus, un ingénieur du milieu du travail anime quelques activités sur l'art de travailler en équipe.

Quelques références utiles qui traitent du travail en équipe (voir la section « références ») :

- Prigent (1990). La formation des étudiants au travail en équipe (chap. 8).
- Stein (2000). Using student teams in the classroom, a faculty guide.
- Laferrière (ressource Web). Apprendre en collaboration avec d'autres... le travail en équipe. Théorie et pratique à l'intention des étudiantes et des étudiants du premier cycle.
- Proulx (1998). Le travail en équipe.
- Csernica (2002). Practical guide to teamwork version 1.1. (resource Web)

4. MODALITÉS POUR LA SUPERVISION DES ÉQUIPES

Éléments à considérer :

Avant le début du projet :

- déterminer le **rôle du professeur** et de **l'équipe professorale**, le cas échéant
- déterminer et communiquer sa **disponibilité**
- aviser les étudiants de la **somme de travail** requise

Pendant le projet :

- prévoir les moyens de **communication**
- planifier des **rencontres** formelles
- procéder à la **régulation** du travail des équipes
- faire preuve de **flexibilité** face aux exigences

AVANT LE PROJET

Rôle du professeur

L'enseignement par projet modifie le rôle du professeur et se distingue de l'enseignement plus traditionnel sous forme d'exposé magistral*. Dans une pédagogie par projet, le professeur n'est plus le seul détenteur du savoir, par conséquent il n'agit plus comme transmetteur unique de connaissances. Il ne doit pas non plus être le souffleur de solution, ou celui qui impose la solution idéale. Son défi est d'organiser des situations d'apprentissage qui confrontent les étudiants à des obstacles qui, pour les surmonter, n'ont d'autre choix que d'apprendre. De la sorte, le professeur joue plutôt le rôle d'un facilitateur. Son rôle est de présenter le problème, de guider les étudiants dans leur démarche et de leur donner une rétroaction au besoin. Le professeur soutient et oriente la réflexion des étudiants par des questions ou des remarques et il s'assure que le lien entre le projet et les différentes notions à acquérir ou les compétences à développer est correctement réalisé. De plus, il peut proposer des idées pour relancer les équipes en panne et encourager l'ensemble du groupe. Toutefois, il se peut que les étudiants, peu habitués à ce type d'enseignement, se sentent désorientés dans ce nouveau contexte. Dans ce cas, il faudra d'emblée leur signifier clairement le rôle du professeur et les aider à développer des stratégies efficaces.

L'équipe professorale

Les conditions d'enseignement (groupes nombreux, nombre élevé d'équipes) ou l'ampleur de certains projets peuvent nécessiter la collaboration de plusieurs personnes (professeurs, chargés de cours, auxiliaires d'enseignement, techniciens, ingénieurs du milieu du travail, etc.) pour bien encadrer le travail des étudiants. Dans une telle éventualité il sera peut être nécessaire de prévoir des rencontres de coordination de l'équipe professorale afin que tous partagent la même conception de l'apprentissage par projet, la même attitude vis-à-vis des étudiants, les mêmes réponses aux questions, la même latitude ou exigence pour certains aspects, etc.

* Une expression américaine populaire traduit bien ce changement : “ the professor needs less to be a sage on the stage than a guide on the side” (King, 1993).

EXEMPLES

Rôle du professeur

- Les professeurs D. Riopel et A. Langevin du projet Prisme en industriel spécifient clairement dans le document remis aux étudiants les mandats de chacune des personnes impliquées dans le projet (étudiants, professeurs, entreprise, personnes-ressources). Par exemple, le mandat des professeurs est de : 1) établir les premiers contacts avec l'entreprise, 2) définir avec l'entreprise les premiers résultats attendus, 3) présenter aux étudiants les buts et les objectifs du projet, 4) superviser le travail effectué par les étudiants, 5) conseiller les étudiants, 6) évaluer le travail effectué par les étudiants et 7) coordonner les personnes-ressources.

L'équipe professorale

- Le cours ING 1040 est souvent simultanément donné à plus d'une dizaine de sections et compte plusieurs chargés de cours, techniciens et autres auxiliaires. Le responsable du cours organise une rencontre avec l'ensemble de l'équipe professorale au début de chaque session. On y discute des problèmes rencontrés, des solutions proposées, des documents à remettre et de tout autre point pertinent.
- Le projet APPOU en génie chimique compte sur la participation de quatre professeurs et huit chargés de TD. Ils tiennent des réunions hebdomadaires durant le projet avec une réunion initiale plus longue.
- Le professeur M. Balazinski travaille en collaboration avec un ingénieur de Pratt et Whitney. De plus, les étudiants peuvent consulter par eux-mêmes d'autres professeurs, des techniciens et même des compagnies industrielles de la région de Montréal.
- Le professeur Y. Comeau en génie civil, travaille également avec un ingénieur de la pratique, dans le cadre de la réalisation du projet. Des rencontres permettent aux deux personnes de se concerter et de bien harmoniser leurs expertises.

Suite p. 16 →

4. MODALITÉS POUR LA SUPERVISION DES ÉQUIPES (SUITE)

Disponibilité

En plus des périodes de classe où les enseignants peuvent rencontrer chaque équipe, le ou les professeurs d'un projet intégrateur devraient prévoir des périodes de disponibilité hors classe pour aider les étudiants, comme c'est la coutume dans les cours magistraux : sur rendez-vous, selon le besoin des étudiants, à l'improviste (pour ceux qui aiment mieux cette solution), avant ou après le cours, par un moyen électronique (téléphone, courriel, forum, FAQ,) etc. De la sorte, un soutien régulier est offert aux étudiants de la part du professeur en cas de problème.

Somme de travail

Étant donné l'ampleur du travail qu'exige la réalisation d'un projet, le professeur devrait dès le départ, recueillir l'assentiment des étudiants à fournir la somme de travail requise pour mener à terme le projet. En effet, dans les cours projets, l'apprentissage trouve sa source dans la résolution de problèmes complexes semblables à ceux rencontrés dans la vie réelle quotidienne ou professionnelle. Les problèmes ne peuvent être résolus par l'application systématique de règles déterminées ou d'une démarche déjà acquise. Les étudiants doivent donc élaborer leur propre stratégie ou procédure afin de résoudre les problèmes souvent ouverts. Or, dans cette optique l'étudiant n'est plus le sujet plus ou moins passif de ses apprentissages, mais s'engage dans une démarche responsable où il devient explorateur, organisateur et découvreur. Cette démarche qui se veut une entreprise collective entraîne, d'une part, la mobilisation de savoirs et de savoirs-faire en vue de construire des compétences. D'autre part, elle suscite l'apprentissage de nouveaux savoirs, et le développement de savoirs-faire et de savoirs-être qui requiert des étudiants un investissement affectif et cognitif soutenu par le désir d'apprendre. Tout ceci doit être pris en compte et compris par les étudiants dans l'organisation de leur charge de travail.

PENDANT LE PROJET

Communication

En plus des périodes de disponibilité, il est aussi approprié que le professeur prévoit un moyen pour que les étudiants puissent communiquer avec lui ou avec l'équipe professorale en dehors des heures de disponibilité déjà prévues. Cela peut se faire par la mise en place d'un site Web, d'un Intranet ou tout simplement par l'entremise du courrier électronique ou du téléphone.

Rencontres

Durant le projet, des rencontres formelles entre les équipes d'étudiants et le professeur sont nécessaires pour faire le point sur le déroulement du projet. Il faut donc préalablement en déterminer le nombre, la durée, le lieu et les sujets abordés. À l'occasion de ces rencontres le professeur en profite pour offrir des rétroactions sur la qualité du travail accompli.

Régulation

En plus des rencontres formelles, le professeur peut mettre en place des mécanismes pour réguler le travail des étudiants et pour s'assurer que la progression se fait adéquatement. Il peut, par exemple procéder à des observations ad hoc pendant que les étudiants se trouvent en situation de travail, il peut exiger des rapports d'avancement, des présentations orales, des évaluations du travail d'équipe, un journal de bord. Évidemment, il peut profiter de ces moments pour offrir des rétroactions régulières, rapides et détaillées.

Flexibilité

L'ampleur d'un projet peut s'avérer plus ou moins grande, surtout avec des projets de type ouvert ou lorsqu'il y a des projets multiples. Des problèmes et des imprévus peuvent survenir et nuire à la réalisation du projet. Dans ce cas, les étudiants peuvent proposer des solutions que le professeur aura le choix d'accepter ou de proposer à son tour d'autres solutions. En agissant de la sorte, le professeur montre qu'il est à l'écoute des étudiants et qu'il fait preuve de flexibilité à leur égard, une qualité bien appréciée dans le cadre de la pédagogie par projets.

EXEMPLES

Disponibilité

- Dans le projet Prisme, les professeurs D. Riopel et A. Langevin (Industriel) sont disponibles sur demande. Les étudiants n'ont qu'à envoyer un courriel pour planifier une rencontre.
- Dans le cours ING1040 du tronc commun coordonné par le professeur R. Vinet (mécanique) les professeurs sont disponibles en classe et à leur bureau en dehors des heures de classe. Dans le cas des chargés de cours, ceux-ci voient les équipes avant ou après les cours théoriques, pour des rencontres supplémentaires.
- Le professeur M. Balazinski en génie mécanique offre trois heures de disponibilité en classe. De plus, il annonce que la porte de son bureau est toujours ouverte aux étudiants.
- Le professeur Ouali en génie industriel offre sa disponibilité en classe six heures par semaine pour répondre aux questions des étudiants.

Somme de travail

- Les professeurs D. Riopel et A. Langevin du projet Prisme en industriel mentionnent explicitement dans le cahier du participant que l'ampleur du projet dans lequel s'engagent les étudiants peut exiger jusqu'à 1000 heures de travail-personne, au total.

Communication

- Le courriel semble être privilégié par nombre de professeurs (les professeurs M. Ouali, D. Riopel et A. Langevin en génie industriel, les professeurs B. Sanschagrín, M. Meunier et Y. Bouchard en génie mécanique). Ce type de communication oblige les étudiants à bien structurer leur pensée et à communiquer clairement leur demande.

Rencontres

- Les professeurs M. Bernier et Y. Bouchard en mécanique proposent une liste écrite d'activités que les étudiants ont à réaliser au cours de la session; des rencontres individuelles et en équipes sont prévues pour faire le point sur l'avancement des travaux.
- Le professeur M. Balazinski en mécanique demande une présentation orale à la 5^e semaine de cours qui est accompagnée d'un rapport d'avancement. Une seconde présentation orale est exigée à la 13^e semaine de cours. De plus, les étudiants doivent obligatoirement tenir un journal de bord.

Régulation

- Dans le cours MEC4340, avec le professeur Sanschagrín, les équipes d'étudiants ont à effectuer deux présentations durant la session. Lors de la première présentation, les équipes présentent leur projet et justifient leur choix de design de façon générale. À la seconde présentation, les détails techniques et les calculs scientifiques sont exigés.
- En génie chimique, les professeurs R. Samson et L. Deschênes exigent que les équipes remettent deux rapports d'étapes avant la remise du rapport final. Une rencontre avec chaque équipe suit la remise des rapports d'étapes où des corrections sont proposées.

Flexibilité

- Dans le projet Prisme (D. Riopel et A. Langevin, industriel), les étudiants fixent eux-mêmes leurs échéanciers à mesure que progresse le travail. Les professeurs accordent donc une grande souplesse aux équipes tout au long de l'année. L'important est de terminer à temps et que le client soit satisfait.
- D'autres professeurs, d'une philosophie différente, fixent les dates de remises des différents livrables et sanctionnent les retards par des pertes de points.

5. FAÇONS D'ÉVALUER LES APPRENTISSAGES

Éléments à considérer :

- Évaluation du **travail de l'équipe**
 - Évaluation du **travail individuel** de chaque étudiant
-

Évaluation de l'équipe

Les professeurs savent que les étudiants veulent toujours connaître dès le début du cours, dans le plan de cours, comment ils seront notés dans un projet intégrateur. Les professeurs, selon le cas, peuvent décider d'accorder une note finale pour l'équipe uniquement, comme ils peuvent décider de composer la note finale avec, en plus, une note individuelle différenciée. Afin d'être la plus précise et la plus valide possible, l'évaluation du travail d'équipe devrait idéalement 1) reposer sur plusieurs observations durant le trimestre, 2) être fondée sur plusieurs critères explicites et connus d'avance, 3) et être réalisée par plusieurs observateurs. Les nombreux événements qui ponctuent l'évolution du projet intégrateur devraient servir à une évaluation continue documentée, formative ou sommative (de groupe et individuelle). Selon le cas, il peut s'agir de l'offre de service, des revues de projet, des rapports d'avancement ou d'étape, des exposés d'étape, du rapport final, de l'exposé final, de la soutenance, du carnet de bord, etc. On peut aussi inclure dans ces événements des évaluations régulières (2 ou 3) du fonctionnement de l'équipe. L'évaluation de chacun de ces événements ou «livrables» devrait être réalisée à l'aide de critères explicites regroupés dans des grilles d'évaluation pondérées et connues d'avance. La majorité de ces évaluations (à l'aide des grilles d'évaluation) peuvent mettre à contribution plusieurs observateurs : le ou les professeurs évidemment, les auxiliaires d'enseignement qui accompagnent souvent de très près les équipes, les équipiers de chaque équipe qui peuvent évaluer leurs pairs, soit ceux des autres équipes ou encore de leur propre équipe. On peut même dans certains cas recourir à différentes formes d'autoévaluation régulières à caractère réflexif et critique (à ne pas confondre avec l'autonotation). Par triangulation, on peut ainsi vérifier si les jugements multiples concordent pour évaluer le plus justement possible le travail de l'équipe.

Évaluation individuelle

Pour toutes sortes de raisons (comme la reconnaissance d'un travail individuel exceptionnel ou au contraire la reconnaissance d'une contribution faible ou même inacceptable) un professeur peut vouloir composer la note finale du projet intégrateur d'une note individuelle reconnaissant les forces ou faiblesses de chaque personne au sein du projet intégrateur. Le tout peut être fait de différentes façons ; par exemple en exigeant que chaque étudiant tienne un carnet de bord rendant compte de son travail disciplinaire et de réflexions critiques sur celui-ci et en évaluant le dit carnet de bord. Un professeur peut aussi réaliser des entrevues individuelles avec tous les étudiants. Un peu avant la fin du projet, le professeur peut demander à chaque étudiant un bilan individuel écrit «réflexif et critique» sur le travail accompli, sur le niveau des compétences acquises dans le projet, etc. Évidemment, comme mentionné plus haut, tous ces événements doivent être évalués à partir de critères regroupés dans des grilles d'évaluation construites sur mesure. Par ailleurs, le fait de recourir à l'évaluation afin de signaler aux étudiants non seulement leurs difficultés, mais aussi leurs progrès incite ces derniers à associer l'évaluation des apprentissages à des émotions positives.

EXEMPLES

Évaluation de l'équipe

- L'évaluation des étudiants dans le projet Prisme (D. Riopel et A. Langevin en industriel) porte sur deux volets; le premier réfère à des critères fonctionnels en lien avec la satisfaction du client (qualité des solutions proposées, faisabilité, rapport coût-retour d'investissement), le second a trait au professionnalisme que démontre l'équipe (respect des échéances, savoirs-être, comportements en présence du client, présentations, etc.). Les professeurs portent un jugement global sur le travail accompli et assignent une note d'équipe.
- L'évaluation des étudiants participants dans le projet APPOU en génie chimique (M. Perrier, R. Legros, C. Dubois, F. Bertrand et D.Klvana,) est réalisée à l'aide de grilles d'évaluation très spécifiques et porte sur les TD, sur les différents modules hebdomadaires, sur l'offre de service ainsi que sur les exposés et la soutenance. Les professeurs attribuent une note à l'équipe qui compte pour 50% de la note globale et une note individuelle qui compte pour l'autre 50%.
- Le professeur R. Samson en génie chimique détermine au hasard à la fin du projet quelle équipe sera évaluée par un représentant du gouvernement. La remise du certificat d'autorisation pour l'exécution du projet constitue un critère important de la réussite de l'équipe.
- Contrairement à une pratique répandue, le professeur B. Sanschagrín (et collaborateurs) accorde dans son cours une importance plus grande à la note d'équipe qu'à la note individuelle.

Évaluation individuelle

- Les professeurs M. Bernier et Y. Bouchard prévoient une évaluation individuelle dans le cadre du projet intégrateur. Cette évaluation prend divers formes : travaux individuels, résumés des conférences ou des visites industrielles, présentation orales de la spécialité, réponses écrites aux questions posées lors des présentations, cahier de projets.
- Les professeurs du projet APPOU en génie chimique (M. Perrier, R. Legros, C. Dubois, F. Bertrand et D. Klvana,) prévoient également une note individuelle qui compte pour 50 % et qui porte sur des présentations orales et un examen.
- Le professeur R. Samson demande aux étudiants de tenir un journal d'activités individuel qui est évalué. De plus, les étudiants doivent répondre à un quiz, ce qui permet d'identifier les étudiants qui ne s'impliquent pas dans la démarche du projet.

6. ÉVALUATION DE L'ENSEIGNEMENT

Éléments à considérer :

- **Évaluation formative** pendant le projet
 - **Évaluation sommative**, sur mesure, de la planification
-

Évaluation formative

Le projet peut être l'objet d'évaluations régulières et le cas échéant de réajustements. Réalisée assez tôt dans le déroulement des activités reliées au projet, une évaluation dite formative vise à poser un premier diagnostic et à pointer des éléments susceptibles d'être améliorés, tant du point de vue du professeur que de celui des étudiants. L'évaluation formative est sous la responsabilité partagée du professeur et des étudiants et elle peut prendre diverses formes (questionnaires, entretiens, discussions) ; elle vise à assurer le meilleur déroulement possible de l'activité pédagogique en fonction notamment des objectifs visés. De plus, le professeur qui prévoit des mécanismes d'évaluation continue durant le projet (chaque semaine, à mi-session) et qui tient compte des remarques proposées par les étudiants, peut apporter des ajustements ponctuels en lien avec les besoins particuliers de ces derniers. Le plan de cours peut en indiquer le moment.

Évaluation sommative

Au terme de la session la qualité pédagogique du cours-projet peut être évalué par les étudiants à l'aide d'un questionnaire. La rétroaction des étudiants à propos de la planification et du déroulement du projet sera utile pour en évaluer la qualité et pour apporter les modifications nécessaires pour la fois suivante. Pour recueillir ces informations, il existe déjà un questionnaire relatif aux cours projet. Toutefois, étant donné l'unicité et le caractère original de chaque projet, il peut être nécessaire d'adapter le contenu du questionnaire par de menus ajustements ou encore de développer des outils d'évaluation originaux et sur mesure. Une aide en ce sens est offerte par l'équipe des conseillers pédagogiques. Par ailleurs, des modalités complémentaires d'évaluation peuvent également être mises en place (par exemple, des entretiens avec les étudiants).

EXEMPLES

Évaluation formative

- Les professeurs D. Riopel et A. Langevin du projet Prisme en génie industriel tiennent un « cahier du professeur » qui les aide pour réaliser le suivi des rencontres avec les équipes où ils notent les comportements observés et les commentaires des étudiants. Ce cahier peut aussi servir pour donner de la rétroaction à l'équipe.
- Dans le projet APPOU en génie chimique (M. Perrier, R. Legros, C. Dubois, F. Bertrand et D.Klvana,) une plénière hebdomadaire avec les étudiants est prévue, de même qu'une évaluation formative du cours à mi-session par les étudiants. Le professeur J.-J. Brault et collaborateurs dans le projet GEPP (Génie électrique par projet) réalise une évaluation formative à mi-session auprès des étudiants pour vérifier si des améliorations peuvent être apportées au déroulement du cours projet.

Évaluation sommative

- Le questionnaire «cours-projet» de l'École Polytechnique est utilisé dans plusieurs cours projets, entre autres, respectivement par les professeurs Balazinski de mécanique et R. Vinet et son équipe professorale dans le cours ING1040.
- Des questionnaires sur mesure peuvent aussi être développés en collaboration avec le BAP. Des questionnaires ont d'ailleurs été élaborés pour les projets GEPP (J.-J. Brault et collaborateurs) et APPOU (M. Perrier, R. Legros, C. Dubois, F. Bertrand et D.Klvana,).

RÉFÉRENCES

Communication orale

- CHASSÉ, Dominique, PRÉGENT, Richard, **Préparer et donner un exposé**, deuxième édition. Contient un cédérom, 79 pages, 2005
- CHASSÉ, Dominique, PRÉGENT, Richard, **Préparer et donner un exposé**, 48 pages, 1990
Depuis 1990, les étudiants de première année, dans le cours ING 1040, et des années subséquentes utilisent l'ouvrage cité pour les aider à préparer et donner leurs exposés oraux. L'ouvrage comprend entre autres une grille d'évaluation pour les étudiants. Une nouvelle mise à jour est prévue pour l'automne 2005.
- CHASSÉ, Dominique, PRÉGENT, Richard, 2004, **Préparer et donner un exposé, Le CÉDÉROM**
Depuis 2004, l'ouvrage cité plus haut contient un cédérom présentant des bons **exemples vidéos** des habiletés de communication proposées dans le texte. Deux situations : la présentation d'un projet de fin d'études et la présentation d'un mémoire de maîtrise.
- GRENIER, Suzanne, BÉRARD, Sylvie, **Guide pratique de communication scientifique**, comment captiver son auditoire, ACFAS, 47 pages, 2002
Cet ouvrage s'adresse à des étudiants chercheurs qui doivent faire une communication scientifique dans un colloque (comme l'ACFAS). L'ouvrage reprend sensiblement les mêmes conseils que l'ouvrage de Chassé et Prigent.

Communication écrite

- **Eugénie (Site Web)** Aide hypermédia pour la rédaction technique

Eugénie est une aide hypermédia conçue à Polytechnique, disponible sur le Web pour aider les étudiants dans la rédaction technique. À ce jour Eugénie, qui a surtout été associée au cours ING 1040 Introduction au génie, propose une **démarche de rédaction générale** d'un document technique et explique comment rédiger un compte rendu, un ordre du jour et un rapport de projet. Dès l'automne 2005, nous comptons ajouter des conseils et des **exemples** pour la rédaction d'autres documents technique : les rapports de laboratoires, les notes, les procédures, les articles scientifiques, les articles de synthèse, le CV, la correspondance postale, les courriels d'affaires, les résumés, abstracts, sommaire de gestion, les proposition de recherche, les mémoires et les thèses.

Le site Web contient en plus une **boîte à outils** qui rappelle aux étudiants comment rédiger un résumé, une introduction et une conclusion. La boîte à outils s'enrichira d'ici sept.05 de nouveaux outils : comment présenter des tableaux et figures, des conseils sur le style et le vocabulaire, sur la rédaction d'objectifs, sur les caractéristiques à considérer chez un destinataire, la citation d'ouvrages de référence, la rédaction d'une webographie, des techniques de révision.

<http://www.cours.polymtl.ca/eugenie/index.html>

- LAROUCHE, Stéphane, LAMARRE, Jean-Michel, MARTINU, Ludvik, **Guide de rédaction de rapports de laboratoires et de projet pour les cours de génie physique à l'École Polytechnique de Montréal**, Département de génie physique, Septembre 2002, 12 pages.

Un professeur et des collaborateurs de génie physique ont rédigé à l'intention de leurs étudiants un guide de rédaction de rapports de laboratoires et de projet. Le guide est disponible à l'adresse Web suivante :

www.cours.polymtl.ca/phs2901

Travail en équipe

➤ Références bibliographiques utiles sur le travail en équipe

- STEIN FEDERMAN, Ruth, HURD, Sandra. Using student teams in the classroom, a faculty guide, Anker Publishing Company, 2000, 204 pages
- LAFERRIÈRE, Thérèse, ALAOUI, Aïcha, Apprendre en collaboration avec d'autres... le travail en équipe. Théorie et pratique à l'intention des étudiantes et des étudiants du premier cycle, Faculté des sciences de l'Éducation de l'université Laval
<http://www.tact.fse.ulaval.ca/fr/html/coop/6references/therese.html>
- VINET, Robert, CHASSÉ, Dominique, PRÉGENT, Richard, chap. 9 Travail en équipe efficace, chap. 10 Tenue de réunions efficaces, dans Introduction au génie et aux projets d'ingénierie , 1998, 111 p. (p. 99 à 101).
- PRÉGENT, Richard, La préparation d'un cours, chap . 8 La formation des étudiants au travail en équipe, 1990, 272 p.
- PROULX, Jean, Le travail en équipe, Montréal, Presses de l'université du Québec, 1999
- CSERNICA, Jeff, et al. Practical guide to teamwork version 1.1, Bucknell's Catalyst team on Teamwork, Bucknell University, 2002, 69 pages

<http://www.departments.bucknell.edu/ProjectCatalyst/Workshop%202004%20CD-Rom/teamwork.htm>

http://www.departments.bucknell.edu/ProjectCatalyst/Workshop%202004%20CD-Rom/bucknell_materials/TeamWork_Guide.pdf
- *A Guide to Learning Engineering Through Projects*, University of Nottingham, <http://www.pble.ac.uk> (février, 2005), (Aussi disponible en format papier au BAP).
- *Project Squared. Designing Courses? Managing a Project Module ? Supervising a Project in an Undergraduate Programme ?* University of Warwick, Coventry, England.
- <http://www.eee.ntu.ac.uk/pp/index.htm> (février, 2005), (Aussi disponible en format papier au BAP).
- King, A. (1993). From Sage on the Stage to Guide on the Side, *College Teaching*,41(1).

➤ Sites web pour les diagrammes de Gantt

En anglais :

- <http://www.me.umn.edu/courses/me4054/assignments/gantt.html> (février, 2005)
- <http://pw.english.purdue.edu/resources/doc/gantt/index.shtml> (février, 2005)

En français :

- http://www.essi.fr/~hugues/GL/Projet/PERT_Gantt.html (février, 2005)
- <http://office.microsoft.com/en-us/assistance/CH010423831036.aspx> (février, 2005)

➤ Site web pour l'aide à la construction de "rubrics"

- <http://rubistar.4teachers.org/index.php> (février, 2005).

LA PLANIFICATION D'UN PROJET EN RÉSUMÉ

1. Choix d'un projet intégrateur (p. 6, 7)

- Le projet présente un défi, il est ni trop complexe, ni trop simple.
- Il est réaliste et présente un caractère authentique avec la profession.
- Il est réalisable dans la durée imposée.
- Faut-il prévoir un seul projet unique ou plusieurs projets différents?
- Le projet est bien structuré, tout est clair : les compétences et les connaissances visées, les directives, le mandat, les livrables, les critères d'évaluation, l'échéancier.

2. Moyens pour organiser le projet (p. 8, 9)

- Une planification détaillée du **déroulement** du projet assure une meilleure chance de succès (prévoir toutes les étapes).
- Des **documents** contenant les informations relatives au déroulement du projet servent de guide aux étudiants durant la réalisation du projet.
- Disposer d'un **lieu de travail** permanent facilite la tâche des étudiants.
- La coordination des **ressources humaines** facilite la synergie ainsi que le partage d'une vision commune du projet et des objectifs visés et assure une équité.

3. Façon de former les équipes (p. 10, 11, 12, 13)

- La **taille** des équipes peut varier. On doit trouver minimalement deux étudiants et le nombre maximal réaliste de participants à un projet intégrateur est probablement six.
- La **composition** des équipes peut être soit laissé au hasard ou imposé par le professeur ou adopter un mode hybride entre les deux façons précédentes.
- On recourt parfois à l'identification de certains traits de personnalité ou aux **styles d'apprentissage** pour former les équipes.
- **Travailler en équipe** ne s'improvise pas : le professeur a charge de planifier un processus pour aider graduellement les étudiants à construire cette compétence. Il doit prévoir des moyens pour développer des habiletés personnelles et relationnelles chez les étudiants.

4. Modalités pour la supervision des équipes (p. 14, 15, 16, 17)

Avant le projet :

- Déterminer le **rôle du professeur** et de **l'équipe professorale**, le cas échéant.
- Déterminer la **disponibilité** du professeur pour une présence physique hebdomadaire.
- Aviser les étudiants de la **somme de travail** requise.

Pendant le projet :

- Mettre en place des moyens de **communication**, (par exemple, site Web, Intranet, courrier électronique).
- Prévoir des **rencontres** formelles avec les étudiants pour faire le point sur leur avancement.
- Mettre en place des mécanismes de **régulation** du travail (par exemple, observations, rapports d'avancement, entrevues, présentations orales, journal de bord).
- Déterminer son degré de **flexibilité** face aux exigences et aux suggestions des étudiants.

5. Façons d'évaluer les apprentissages (p. 18, 19)

- L'évaluation peut comporter une composante groupe et une composante individuelle. L'évaluation devrait être réalisée à l'aide de critères explicites regroupés dans des grilles d'évaluation pondérées et connues d'avance des étudiants.

6. Façons d'évaluer le cours projet (p. 20, 21)

- Une ou plusieurs évaluations formatives durant le projet (chaque semaine ou à mi-session) permettent d'apporter des ajustements ponctuels.
- Une évaluation sommative en fin de session permet d'apporter des modifications pour améliorer le déroulement des projets futurs (questionnaire standard ou « sur mesure »).