

UN EXEMPLE DE PRE-PROJET A TROIS ACTEURS EN ECOLE D'INGENIEUR

Olivier Roustant¹, Laurent Carraro¹, Aurélio Rodriguez²

1 Département 3MI, Ecole des Mines de St-Etienne, France

2 Société Strategic Risk Management (SRM), Paris, France

Résumé

Pour améliorer la capacité des élèves ingénieurs à appréhender des problèmes complexes, nous avons imaginé un projet d'apprentissage dans lequel un acteur issu du monde industriel vient s'ajouter au duo enseignants – étudiants. Après une première expérience encourageante, nous détaillons son fonctionnement et précisons les apports induits par l'introduction du 3^{ème} acteur.

Mots-clés :

PROJET – INGÉNIEUR – APPRENTISSAGE – COMPLEXITÉ – JEU DE RÔLES

I INTRODUCTION. UN PROBLÈME PÉDAGOGIQUE

L'école d'ingénieur où a été menée cette expérience forme des ingénieurs généralistes qui occupent des fonctions variées (production, études, projet, consultant...) dans des secteurs qui le sont tout autant (informatique, aéronautique, énergie, automobile, finance, audit...).

Nous assurons dans ce cadre une formation aux méthodes statistiques pour l'ingénieur. Cette formation optionnelle d'une durée de 120h, concerne les étudiants d'avant-dernière année, et est choisie par environ 20% d'entre eux. Il faut noter que les compétences acquises au cours de cette formation sont utilisées pour une grande majorité des étudiants lors du stage en entreprise qu'ils réalisent en fin de l'année scolaire concernée.

A l'occasion d'une réflexion sur une vision plus globale et systémique de nos enseignements (De Rosnay, 1975), nous avons souhaité améliorer la conception globale de cette formation. En effet, si chaque cours aborde franchement la confrontation au réel à travers études de cas ou problèmes réels, les étudiants gardaient une certaine appréhension vis-à-vis de leur 1^{er} stage en entreprise, du fait de la complexité et de la définition moins formalisée des problèmes soulevés en environnement professionnel.

Notre objectif était donc de combler ces deux principaux manques : créer du lien entre les différents cours, et mettre les étudiants en situation d'aborder un problème

complexe, souvent posé de façon incomplète ou approximative, en mobilisant rapidement les savoirs, savoir-faire et savoir-être nécessaires à son traitement.

II SOLUTION PROPOSEE : UN PRE-PROJET A 3 ACTEURS

Puisque l'appréhension des étudiants venait de leur peur de la complexité d'un travail tel qu'ils peuvent le réaliser en stage, notre idée a été de traiter dans le cadre de la formation un problème d'ingénieur effectivement rencontré en stage, ou de nature équivalente.

Au plan pédagogique, la solution retenue a été de supprimer 2 cours de 20h pour les remplacer par un projet long qui s'échelonne sur une durée de 2 mois. L'envergure du projet, compatible avec les attendus du stage, nécessitait de regrouper les étudiants en équipe, sous la forme d'un cabinet de consultants virtuel. L'intérêt de placer le projet au cœur du groupe de cours, et non après, est de rendre l'étudiant plus actif au moment de l'apprentissage. Ce type de projet a été baptisé par (Aguirre, Raucent, 2002) du nom de « projet d'apprentissage » ou « *pré-projet* », par opposition au « projet d'application » ou « post-projet ». Un de ses avantages est de faciliter l'intégration des connaissances, qui correspond bien à notre souci de créer du lien entre les cours.

Par ailleurs, la particularité que le projet soit constitué d'un sujet de stage, nous a amené à effectuer une seconde transformation, plus innovante. Il semblait en effet plus cohérent que ce projet soit piloté non pas par les enseignants mais par l'industriel qui était à l'origine du problème. Il s'agissait donc de faire jouer un rôle central à un *troisième acteur* s'ajoutant aux étudiants et aux enseignants : *l'industriel*¹.

III CONCEPTION DU PRE-PROJET

II.1 Le sujet

Le sujet du projet est un problème rencontré par un (jeune) ancien élève, consultant en finance, dans une de ses études pour un client. Il s'agissait d'évaluer l'exposition aux risques d'un portefeuille composé d'une centaine de titres (actions, obligations, SICAV, etc.), à la demande de la direction financière d'une entreprise cliente qui s'inquiétait de la gestion de ses liquidités.

¹ Au sens général, incluant comme ici un professionnel du secteur des services.

II.2 Description des rôles

De façon à assurer la mise en situation des étudiants, nous avons décidé de recourir à la forme du *jeu de rôles* (Schutzenberger, 1975). Par rapport au sujet proposé, on peut imaginer au moins 4 rôles :

- ✚ Un « maître d’ouvrage² », qui est ici l’entreprise client
- ✚ Un « maître d’œuvre² » en charge de coordonner la réalisation de l’étude, qui pourrait être ici par exemple un consultant senior
- ✚ Une équipe chargée de réaliser l’étude, ici constituée de consultants
- ✚ Des ressources externes, intervenant en qualité d’experts et de formateurs

Pour une simple question de crédibilité et de compétences, la fonction de maître d’œuvre revient bien sûr à l’acteur industriel qui va piloter le groupe de consultants. Pour ce qui est de la maîtrise d’ouvrage, plusieurs choix étaient possibles mais nous avons finalement encore opté pour lui, l’obligeant par là même à jouer véritablement un rôle de composition passant donc du rôle qui est le sien en pratique de consultant senior à celui de directeur financier, qui est un de ses clients courants ! L’équipe de consultants doit naturellement être interprétée par une équipe d’étudiants. Etant donné l’effectif du groupe (28 étudiants), cela représente environ 6 équipes de 4 à 5 étudiants travaillant en même temps sur le projet. Cette multiplicité n’est pas gênante en pratique du fait de la complexité du sujet³. Enfin dans ce cadre, les enseignants ont un rôle secondaire d’expert technique et de formateur⁴. Finalement la distribution des rôles est résumée dans le tableau ci-dessous :

Rôle	Acteur
Le client, émetteur d’un appel d’offre	L’industriel
Expert métier (consultant senior)	L’industriel
Cabinets de consulting répondant à l’appel d’offre	Les étudiants
Formateurs externes et experts techniques	Les enseignants

Tableau 1. *Les rôles dans le projet*

II.3 Constitution des équipes

Comme nous l’avons vu, la conception des rôles a conduit à former des équipes avec les étudiants, travaillant simultanément sur le même projet. En pratique, ces équipes pourraient être en concurrence mais ici, s’agissant d’apprentissage par projet, il est préférable de remplacer concurrence par émulation. Nous avons donc choisi, comme

² Nous utilisons ici le vocabulaire de la Gestion de Projets (voir par ex. Herniaux, 2001)

³ Voir la discussion du paragraphe IV. 3

⁴ ... qui ne doit pas faire oublier leur participation essentielle à la conception du scénario.

dans l'apprentissage coopératif (Slavin, 1991), de créer des petits groupes de 4 ou 5 étudiants, composés chacun de talents variés. Précisément, nous avons imposé la constitution des équipes, en essayant d'homogénéiser le niveau initial des groupes, faisant en sorte que chacun d'eux comporte un spécialiste en statistique, informatique et gestion de projet. Nous avons également été attentif à ce que chaque groupe ait le même équilibre hommes / femmes.

II.4 Scénario

La conception du scénario, présenté dans la figure 1 ci-après, nous a amené à dégager 4 phases, relativement incontournables, dans l'étude du risque du portefeuille client. Pour autant, le travail à faire dans chacune d'elles est suffisamment vaste pour permettre des approches différentes, ce qui fait du pré-projet un projet *semi-fermé* (voir Aguirre, Raucent, 2002). La phase de modélisation probabiliste, le choix des scénarii économiques peuvent par exemple être abordés de façon multiple.

Ce phasage s'appuie sur un découpage rationnel du problème, et il n'est donc pas conçu pour « coller » avec les enseignements disciplinaires. Par conséquent, certains cours nécessaires pour terminer le travail d'une phase ne seront vus qu'après le début de cette phase, ce qui est une des caractéristiques d'un pré-projet. Ainsi les deux premiers cours (analyse de données et processus aléatoires) sont antérieurs au déroulement du projet. En revanche, les deux autres (régression linéaire, séries chronologiques) ont des interactions fortes avec le projet, où on observe des allers-retours permanents entre le projet et le cours. Des interrogations apparues en cours de projet conduisent à introduire des notions vues plus tard en cours, qui permettent alors de répondre à la question initiale.

A titre d'illustration, la modélisation du rendement du portefeuille en fonction de variables économiques peut théoriquement commencer avec les premières techniques de régression linéaire. Cependant les hypothèses classiques de la régression ne sont pas vérifiées ce qui conduit à introduire des effets retards (par exemple les taux d'intérêt peuvent n'être influent qu'un mois plus tard sur le rendement) et à étudier les dépendances temporelles qui en résultent, ce qui fait l'objet du cours de séries temporelles. Les notions de ces deux cours sont alors utilisées pour terminer la modélisation. Dans la phase de simulation, là encore, une hypothèse classique (hypothèse de normalité des distributions des rendements des actifs) n'est pas souvent vérifiée ce qui suscite réflexion et recherche de solutions. Plusieurs pistes possibles sont explorées (à l'aide ou non des experts) et permettent alors de présenter au client l'évolution du risque de son portefeuille en fonction de scénarii économiques variés. L'ensemble de ces interactions entre les différents enseignements disciplinaires et les phases du projet sont représentées par des flèches sur la figure 1.

II.5 Evaluation

L'évaluation du projet a été pensée pour ressembler le plus possible à une évaluation de type professionnelle. Elle est faite par le client et le consultant senior (ici la même personne), qui évaluent le groupe collectivement, à plusieurs échéances et sous plusieurs formes en concertation avec les experts : examen d'une proposition initiale, d'un rapport d'avancement ainsi que du rapport final.

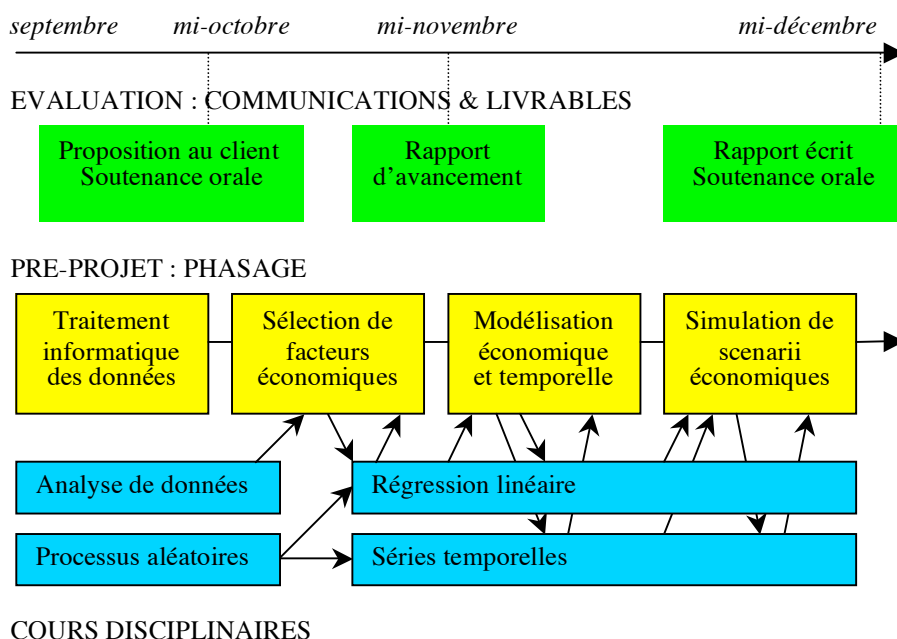


Figure 1. Le pré-projet au centre de l'organisation de la formation en statistique

IV RETOUR D'EXPERIENCE - CONCLUSION

Le projet s'est terminé par un cocktail convivial, au cours duquel les différents acteurs ont pu échanger librement sur les 2 mois d'activité. Nous avons également fait parvenir un questionnaire aux étudiants, dont le dépouillement nous a permis d'étoffer et de préciser les bénéfices et les points à améliorer du projet.

IV.1 Retour aux objectifs

De notre côté, ce projet a parfaitement répondu aux objectifs d'intégration de connaissance (notions et méthodes mieux maîtrisées) et de mise en situation. Le déroulement du pré-projet a effectivement permis d'observer les interactions prévues entre le projet et les notions vues en cours. Au-delà du phasage commun,

chaque groupe a choisi une démarche personnelle, qui a conduit à obtenir autant de modèles différents que de groupes (en statistique, il est normal d'avoir plusieurs modèles possibles pour décrire le même objet). Mieux, des notions hors du programme des différents cours se sont vues exposées pour certains groupes qui désiraient explorer une voie particulière. Par exemple certains groupes ont utilisé une « analyse discriminante » dans la phase de sélection de variables, ce qui n'avait pas été envisagé initialement. Un autre a proposé de comparer l'évolution du portefeuille client avec un portefeuille optimal selon la « théorie de Markovitz ». Nous avons aussi pu apprécier les bienfaits de cette approche sur la dynamique du groupe et la participation en cours.

IV. 2 Bénéfices de l'intervention du 3^{ème} acteur

L'intervention de l'industriel a été particulièrement appréciée par les étudiants. Déjà sa fonction donne beaucoup de crédibilité au projet, qui n'est plus identifié comme un simple projet scolaire. Dans les faits, son apport peut être analysé en terme de transfert de l'Entreprise vers l'Ecole, autant au niveau des compétences attendues (qui rejoignent celles qu'ils connaissent) que du mode de fonctionnement propre (qui s'éloigne parfois du mode scolaire, comme par exemple la nature de l'évaluation). Ajouter à cela la personnalité chaleureuse et l'investissement très professionnel du 3^{ème} acteur, on comprend pourquoi les étudiants sont ressortis très enthousiastes, et beaucoup plus confiants à l'idée d'effectuer leur stage en entreprise.

IV.3 Du dimensionnement et des ressources

Au rang des avantages, on peut également citer le *faible nombre de ressources* que demande ce projet relativement aux autres projets classiques. Souvent en effet, on observe des propositions de projets de moindre ampleur et individualisés, nécessitant de concevoir un sujet de projet différent par groupe de 2 étudiants, générant une dépense considérable d'énergie. Paradoxalement, le fait d'être beaucoup plus ambitieux dans le dimensionnement du projet rend possible l'unicité du sujet. En effet, la complexité importante donne suffisamment de possibilités pour que les différentes équipes ne fassent pas le même travail. (Ici par exemple, comme on l'a vu, les modèles sélectionnés par chaque groupe ont été tous différents). En outre, le fait d'associer un intervenant professionnel permet d'alléger une partie de la conception (mais génère une réflexion supplémentaire autour de la coordination des acteurs).

IV. 4 De l'évaluation

Le fait que l'évaluation soit réalisée sur un mode professionnel, par un professionnel, a été très bien perçue. En revanche, une frustration a été exprimée concernant la forme collective de l'évaluation. Car même si les questions posées à l'oral par le jury ont parfois mis en évidence les inévitables hétérogénéités à

l'intérieur d'un groupe, celles-ci n'ont pas pu être réellement prises en compte. Dans l'avenir, nous pensons introduire une évaluation individuelle, dont le résultat sera transmis à l'acteur industriel, comme un élément d'appréciation supplémentaire. Il pourra en tenir compte dans la notation des individus et, pourquoi pas, du groupe lui-même.

IV. 5 Un élément clé de réussite

Un élément important à prendre en compte dans ce type d'expériences, est naturellement le choix du 3^{ème} acteur, qui a ici parfaitement joué le jeu et a su motiver les étudiants pour résoudre le problème. La pérennité du pré-projet dépend assez fortement de cet acteur, dans sa fonction de maître d'œuvre (voir §II.2). En effet, le rôle de l'industriel est ici double, puisqu'il intervient à la fois en tant que maître d'ouvrage lorsqu'il personnifie le client commandant une étude, et en tant que maître d'œuvre lorsqu'il personnifie le consultant senior donnant les grandes lignes pour la réalisation de l'étude. La fonction de maître d'ouvrage peut aisément être assurée par une autre personne, aucune compétence particulière n'étant requise pour commander une étude, même si une connaissance du contexte est souhaitable. En revanche, la fonction de maître d'œuvre fait jouer pleinement les qualités humaines de l'intervenant et ses connaissances métier. Un remplacement de dernière minute paraît donc difficilement envisageable.

REMERCIEMENTS

Nous remercions tous les acteurs du groupe CRAFT, *Cercle de Réflexion et d'Action pour la Formation et la Recherche Transdisciplinaire*, emmenés par Marie-Agnès GIRARD, dont ont fait partie Anca BADEA, Xavier BAY, Marie-Reine BOUDAREL, Bernard CORRE, Natacha GONDRAN, Céline HELBERT, Rodolphe LE RICHE, Sophie PEILLON, Eric TOUBOUL et nous-mêmes. Merci aussi à Frédéric GRIMAUD pour son soutien dans la partie informatique. Merci enfin aux étudiants de l'axe MSA pour leurs commentaires pertinents et constructifs.

RÉFÉRENCES

- De Rosnay J. (1975). *Le macroscopie. Vers une vision globale*. Editions du Seuil.
- Aguirre E., Raucant B. (2002). *L'apprentissage par projet...Vous avez dit projet ? Non, par projet !*, Actes du 19^{ème} colloque de l'AIPU, Association Internationale de Pédagogie Universitaire, 29-31 mai 2002, Louvain-la-Neuve (Belgique).
- Herniaux G. (1992). *Organiser la conduite de projets*. Insep Editions.
- Herniaux G. (2001). *Commanditer un projet*. Insep Consulting Editions.
- Schutzenberger A.A. (1975). *Introduction au jeu de rôle*. Edition Privat.
- Slavin R.E. (1991). Synthesis of Research on Cooperative Learning. *Educational Leadership*, 4 (48), 71-82.