

LES PLANS D'EXPERIENCES : APPRENTISSAGE ACTIF

Céline Helbert

¹ *ECL, 36 av. Guy de Collongue, 69134 Ecully, celine.helbert@ec-lyon.fr*

Résumé. Nous proposons ici le témoignage de la conception d'un cours en école d'ingénieur où le problème réel, l'apprentissage actif et coopératif sont au coeur de l'acquisition des compétences. Outre un déroulement plutôt classique (alternance cours-TP), le cours s'articule autour de deux temps forts. Le premier temps fort consiste en un cours introductif, première séance de cours au format TD, où les élèves sont confrontés à trois problèmes relevant des plans d'expériences. Cette séance permet d'identifier et de s'approprier le besoin d'outils de planification expérimentale. Le deuxième temps fort consiste en une séance "étude de cas" où les élèves répartis par petits groupes doivent apporter une solution à un problème réel posé par un commanditaire extérieur, disponible sur place pour interagir avec eux. L'action se déroulant en temps limité, les étudiants ne peuvent réussir qu'en coopérant et en interagissant fortement avec l'acteur industriel à l'origine du problème. Les élèves, souvent déstabilisés en début de cours, ressortent avec des acquis solides en plans d'expériences et des compétences développées en formalisation de problèmes.

Mots-clés. Plans d'expériences, apprentissage par problème, apprentissage coopératif, étude de cas.

Abstract. We propose some experience feedback about the design of a problem oriented statistics course where active and cooperative learning are central to the acquisition of skills. Besides a rather basic workflow (alternating lectures and practical works), the course is structured around two highlights. The first consists in an introductory course where students face three different problems within design of experiments. This session identifies the need of methods for experimental designs. The second highlight is a "case study" in which students are divided into small groups. They have to find a solution to a real problem interacting with a professional of the domain. Time is limited, so students only succeed by strongly cooperating. They are often destabilized at the beginning but the course enables them to acquire skills for problems formalization and sound knowledge in experimental designs.

Keywords. Design of experiments, problem-based learning, active and cooperative learning, cas study.

1 Le problème au centre de l'apprentissage

Ce travail porte sur la conception d'un cours de 15h intitulé « Introduction à la méthodologie des plans d'expériences » intervenant en deuxième année de la formation de l'ingénieur généraliste et il s'intègre au sein d'un axe de 120h intitulé "méthodes statistiques et applications". Le retour d'expériences que je propose concerne une activité pédagogique qui s'est déroulée de 2004 à 2008.

Par ordre de priorité, à l'issue de cet enseignement l'élève ingénieur doit :

- savoir reconnaître les problèmes que l'on peut résoudre par la théorie des plans d'expériences et connaître le vocabulaire associé aux plans d'expériences,
- savoir formaliser le problème à résoudre, c'est à dire traduire le problème en utilisant le formalisme et les connaissances vus en cours,
- pouvoir proposer une solution en s'appuyant sur les logiciels « support ».

Ce cours est donc autant ciblé vers les problèmes et les applications que vers les connaissances. Il fait suite au constat que les élèves en stage ou en poste ne font pas le lien entre le problème « réel » qu'il rencontre et les savoirs et savoir-faire acquis en école. Ils rencontrent des difficultés à faire le lien entre les disciplines pour répondre au problème sans sa globalité [1]. C'est pourquoi l'apprentissage par problème est une solution pédagogique adaptée. Concrètement le cours est divisé en trois actions pédagogiques détaillées ci-dessous et évaluées à hauteur d'un tiers chacune dans la note finale.

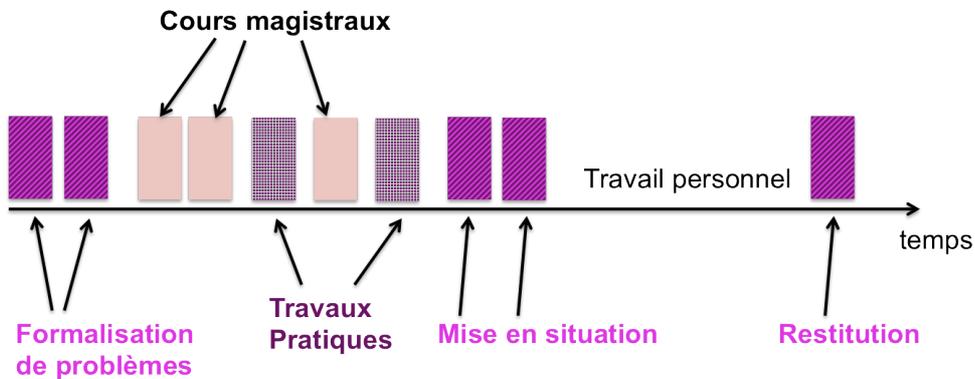


Figure 1 Déroulement temporel du cours « Introduction aux plans d'expériences »

Action 1 : Formalisation de problèmes, mise en situation et restitution (7h30 – partie hachurée Figure 1)

Cette action se déroule en 2 temps : une séance introductive et une mise en situation en fin de cours. La séance introductive présente 3 problèmes divers (agronomie, pharmacie, pétrole) où les élèves découvrent le besoin de l'outil « plans d'expériences ». Un temps important de 3h est consacré à l'étape de formalisation des problèmes et d'identification d'un manque dans leur formation d'ingénieur sur les techniques nécessaires à la résolution de ces problèmes. En écho à cette séance introductive, une mise en situation, qui intervient à la fin du cours, permet aux étudiants répartis en petits groupes, de mobiliser leur connaissance et compétences pour formaliser un problème réel et en proposer une démarche de résolution. Cette « mise en situation » est décrite plus en détail dans la section suivante.

Action 2 : Acquisition de savoir (4h30)

Les séances suivantes permettent de donner le formalisme et les connaissances puis d'illustrer la méthode sur les problèmes introduits. Cette action dure 4h30.

Action 3 : Acquisition de savoir-faire (3h00 – partie quadrillée Figure 1)

Trois séances de mise en œuvre informatique (3h00) permettent de mettre en pratique les nouveaux acquis sur des cas réels déjà formalisés en Matériaux et Biologie.

2 La mise en situation : interaction avec un acteur professionnel

Dans cette section, nous détaillons l'action pédagogique de mise en situation qui dure 3h et intervient à la fin du cours, au moment où les étudiants doivent avoir acquis suffisamment de connaissances pour aborder un problème réel. Les élèves sont partagés en groupe de 5 personnes. Chaque groupe joue le rôle [2] d'une société de conseil en méthodes statistiques pour l'optimisation de processus industriels. Un problème leur est posé sous le format d'un document écrit, incomplet et volontairement flou. L'objectif de cette « mise en situation » est de comprendre un problème réel dans toute sa complexité, les enjeux économiques et les contraintes associées (financières, humaines, chronologiques), d'élaborer une formalisation et de proposer une démarche méthodologique de résolution. Cet objectif est atteint grâce à l'aide d'un expert du domaine, qui

joue le rôle du client et qui est en mesure de leur apporter l'information nécessaire à la compréhension fine du problème. Quelques années consécutives, un ingénieur sénior de chez Total, présent dans nos locaux, à jouer le rôle du client à l'origine du problème. Au bout des 3h, les élèves ont établi une démarche de résolution qu'ils mettent en oeuvre chez eux et en exposent les résultats lors d'une séance de restitution. Cette séance de restitution est l'occasion pour le client de faire un retour aux élèves sur leur proposition et de leur proposer sa propre solution.

Un peu plus précisément, on observe un travail en plusieurs phases :

- La phase 1 dure 45 minutes. Les élèves essayent de comprendre le problème et de préparer au mieux un bref échange de 15 minutes avec le client. Il s'agit de traiter l'excès ou le manque d'informations.
- La phase 2 de 45 minutes également consiste à formaliser et à réfléchir à la meilleure approche méthodologique pour répondre au problème. Cette phase se termine par un échange de 15 minutes avec le client.
- La phase 3 consiste à rédiger une proposition de démarche méthodologique. Concrètement, il s'agit de planifier les expériences à réaliser, pour estimer un modèle adapté, ce qui permettra de répondre au problème que rencontre l'entreprise.

A l'issue de la séance (3h), le groupe remet un document présentant une analyse argumentée du problème et une stratégie expérimentale pour le résoudre. Idéalement, ce document doit contenir une partie d'analyse du problème avec une discussion des hypothèses et contraintes éventuelles.

Le client évalue le processus en les expériences des plans de chaque équipe et remet à chacune les résultats des essais. En temps masqué, les élèves analysent les résultats des expériences pour apporter une réponse au problème posé. Ils exposent ensuite devant le client leurs résultats lors d'une séance de restitution.

3 Retour d'expériences

La mise en situation s'est déroulée quatre années de suite (2004 à 2008) sur trois problèmes distincts : l'un en chimie, l'autre en pharmacie, le dernier en extraction pétrolière.

A l'issue de ces expériences nous avons fait les constats suivants :

- Apprentissage par l'action. Etant acteurs devant une problématique de taille réelle les élèves s'approprient mieux la méthode.
- Apprentissage coopératif [3]. Deux types de « leader » émergent au sein du groupe : les experts sur la science en question (chimie, pharmacie, pétrole) et les statisticiens. Ces individus vont distribuer les tâches pour effectuer une rédaction efficace. Cette distribution est nécessaire étant donné le temps très court accordé à cette « mise en situation » (3h). On observe que quand les talents ne sont pas suffisamment variés, la concurrence, trop forte, freine l'avancée du groupe vers une solution.
- L'intervention d'un acteur jouant le rôle de l'entreprise cliente permet de donner une réalité à une action pédagogique dans un contexte d'école.
- La phase de restitution est extrêmement importante pour confirmer les acquis ou corriger les démarches erronées.

Bibliographie

[1] De Rosnay J. (1975), *Le macroscopie. Vers une vision globale*, Editions du Seuil.

[2] Schutzenberger A.A. (1975), *Introduction au jeu de rôle*. Edition Privat.

[3] Slavin R.E. (1991), Synthesis of Research on Cooperative Learning. *Educational Leadership*, 4 (48), 71-82.