



HAL
open science

De la sensibilisation vers l'institutionnalisation de la formation à l'éthique de l'ingénieur

Laurent Perrin, Dufaud Olivier, Laurent André

► To cite this version:

Laurent Perrin, Dufaud Olivier, Laurent André. De la sensibilisation vers l'institutionnalisation de la formation à l'éthique de l'ingénieur. Récents Progrès en Génie des Procédés, 2009, 13 ième Congrès de la Société Française de Génie des Procédés, Marseille, 14-16 octobre, 98 (papier Axx), pp.2-6. hal-01925952

HAL Id: hal-01925952

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01925952>

Submitted on 18 Nov 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

De la sensibilisation vers l'institutionnalisation de la formation à l'éthique de l'ingénieur

PERRIN Laurent*, DUFAUD Olivier et LAURENT André

Laboratoire des Sciences du Génie Chimique, Nancy-Université, CNRS, ENSIC/INPL
1 Rue Grandville BP 20451 F-54001 Nancy Cedex

Résumé

Une sensibilisation à l'éthique de l'ingénieur a été introduite à l'Ecole Nationale Supérieure des Industries Chimiques de Nancy (ENSIC) par le biais de l'enseignement de sécurité des procédés. En effet la prise en compte des multiples typologies des risques, qui implique des enjeux économiques, réglementaires, environnementaux et sociétaux, est devenue une véritable affaire d'éthique. Une approche simple proposée dans la littérature a été testée sur diverses populations en formation initiale à l'aide de différents scénarii relatifs à la sécurité et à l'environnement, dont les résolutions potentielles posent des problèmes et des dilemmes d'éthique. Les résultats de l'expérience réalisée sont présentés, développés, commentés et montrent les limites de cette démarche pédagogique. De même de façon plus large la mise à disposition du contenu de la charte éthique de l'ingénieur du Conseil National des Ingénieurs et des Scientifiques de France (CNISF) est restée d'appropriation insuffisante. La transposition de l'expérience d'affichage sur les enjeux de l'éthique réalisée à l'Institut National Polytechnique de Grenoble avec le support du manifeste et du serment d'Archimède apparaît plus prometteuse. Actuellement pour l'ENSIC Nancy la réflexion sur le partage des expériences conduites à l'étranger a permis d'identifier des opportunités pour poursuivre et améliorer cette première sensibilisation en s'interrogeant sur le pourquoi, le comment, le quand de la place de l'éthique au sein du cursus de formation et en essayant de formuler une proposition potentielle de contenu.

Mots-clés : Ethique – Sécurité – Environnement – Ingénieur - Formation

1. Introduction

La Commission des Titres d'Ingénieur (CTI), dont l'influence sur la composition des programmes pédagogiques des écoles d'ingénieurs est reconnue, a confirmé, à l'occasion de la publication des critères d'attribution à délivrer le titre d'ingénieur, que le contenu des cursus devait comprendre non seulement un enseignement approfondi des sciences de base, une formation complète aux techniques générales de l'ingénieur, une formation à la vie et aux problèmes de l'entreprise, mais aussi une formation générale comprenant des langues étrangères, des sciences économiques, sociales et humaines, une approche concrète des problèmes de communication ainsi qu'une *ouverture à la réflexion éthique sur le métier d'ingénieur*. Dans cette présentation l'éthique est prise ici au sens de la réflexion critique sur les valeurs qui gouvernent l'action. Elle se distingue de la morale et dépasse la déontologie, qui correspond à un code de bonnes pratiques définies par une profession. Alors que la question de l'éthique de l'ingénieur est présente dès le début du 20^{ième} siècle dans les pays anglo-saxons (Davis, 1999 ; Harris et al., 1996 ; Hill, 2003), ce n'est que beaucoup plus tardivement que ce thème a été abordé en France (Didier, 2008 ; Ecole des Mines de Nancy, 1995). Pourtant les ingénieurs français n'étaient pas moins concernés que leurs homologues anglo-saxons par le dilemme entre l'obéissance à l'organisation qui les emploie et leurs responsabilités envers la société. Depuis, le retour d'expérience montre la diversité et la difficulté des tentatives mises en œuvre en France dans les écoles d'ingénieur pour simplement éveiller à l'éthique.

* Auteur/s à qui la correspondance devrait être adressée : laurent.perrin@ensic.inpl-nancy.fr

Il est proposé de rapporter une première expérience de sensibilisation à l'éthique de l'ingénieur introduite à l'Ecole Nationale Supérieure des Industries Chimiques de Nancy par le biais de l'enseignement de sécurité des procédés.

2. Populations étudiantes testées

Les étudiants de quatre écoles et d'un master de Nancy-Université ont été sondés lors de cette étude. Il s'agit des trois promotions I2C « Ingénieur des Industries Chimiques » de l'ENSIC, de trois promotions de l'Ecole Européenne d'Ingénieurs en Génie des Matériaux (EEIGM) correspondant aux troisième, quatrième et cinquième années, des promotions de quatrième année de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et Industries Alimentaires (ENSAIA) et de l'Ecole Supérieure des Sciences de l'Ingénieur de Nancy (ESSTIN), et enfin, des étudiants des deux promotions M1 et M2 du master « Sûreté Sécurité des Systèmes » de l'Institut de Sûreté Industrielle (ISI) (table 1).

Les promotions de troisième année de l'ENSIC et de deuxième année de l'ISI ont été sensibilisées à l'éthique de l'ingénieur par le biais de conférence(s) de 3 heures.

Table 1. Répartition des populations étudiantes testées, par scénarii (voir paragraphe 3.) et niveaux d'études.

Niveaux d'étude	Promotions	Effectif Sc. n°A	Effectif Sc. n°B	Effectif total (A/B)
L3	ENSIC 1A	32	32	47 / 48
	EEIGM 3A	15	16	
	ENSIC 2A	22	21	
	EEIGM 4A	10	12	
M1	ISI 1A	8	10	116 / 120
	ESSTIN 4A	47	47	
	ENSAIA 4A	29	30	
	ENSIC 3A	30	31	
M2	EEIGM 5A	22	24	64 / 67
	ISI 2A	12	12	
-	Effectif total	227	235	227 / 235

3. Les scénarii examinés

Dans le domaine du génie des procédés, l'Institution of Chemical Engineers (ICHEME) et l'American Institution of Chemical Engineers (AIChE) ont proposé une série de quatre scénarii d'éthique (Mascone et al., 1991a and b ; Rozenzweig and Butcher, 1992). Plus récemment Shallcross and Parkinson (2006) ont élargi l'offre en publiant trois autres scénarii. Nous avons sélectionné deux de ces derniers scénarii pour essayer de tester la sensibilisation à l'éthique des populations étudiantes retenues.

3.1 Scénario A : une erreur de dimensionnement

Antoine est ingénieur « assistance procédés » dans une unité de fabrication. Il est reconnu dans l'entreprise comme un responsable sérieux et solide, mais parfois un peu brouillon. Le dernier projet important, qui lui a été confié, consistait à dimensionner un nouveau système d'extraction d'air humide, dont l'installation est urgente. Le procédé doit extraire de l'air humide des lignes de séchage d'une unité de fabrication et le rejeter en toiture à l'atmosphère. L'ancien système, installé depuis 20 ans, a perdu depuis longtemps son efficacité opératoire. Certaines parties de l'installation d'extraction n'ont pas été corrodées par l'air humide, mais sont encrassées par des dépôts de tartre. Richard le directeur de l'usine a évidemment rappelé à Antoine que l'efficacité de séchage du nouveau système d'extraction doit être nettement améliorée.

L'application de la charte qualité de la société et du guide des bonnes pratiques de fabrication implique qu'un second ingénieur vérifie et avalise les calculs et les plans du nouveau projet de dimensionnement. Malheureusement Antoine, qui a accumulé plusieurs semaines de retard dans l'échéancier d'avancement

du projet, a terminé la version finale du projet la veille de la journée où les plans doivent être agréés et signés.

Antoine transmet en urgence le projet finalisé à Elodie pour vérification, mais cette dernière est trop occupée pour examiner le projet avant son départ en congé. Elle accuse réception du document, parcourt son contenu à la hâte et atteste par sa signature qu'elle a vérifié les calculs et les plans. Après tout Elodie estime que les compétences d'Antoine sont fiables et reconnues et qu'elle pourra vérifier le contenu du projet dans trois semaines à son retour de congé.

La procédure interne de la société ayant été respectée, le système d'extraction est mis en fabrication à l'atelier.

A son retour de congé et alors que le système est entièrement construit et prêt à être installé, Elodie reprend la vérification des calculs du projet. Bien que la procédure de dimensionnement soit correcte, elle remarque qu'Antoine a effectué une erreur initiale de calcul en inversant simplement deux chiffres dans une valeur numérique. Elodie comprend que cette simple erreur signifie que le système d'extraction ainsi dimensionné n'améliorera que faiblement l'efficacité du système existant. L'entreprise a dès à présent investi environ 80000 € pour la fabrication du système et doit dépenser encore plus pour son montage. Elodie se rend compte que si elle avait effectué en priorité correctement ce contrôle, l'erreur de calcul aurait été identifiée avant le démarrage de la construction à l'atelier.

Selon votre opinion personnelle, que doit faire Elodie ?

Sept possibilités ont été offertes aux votes des étudiants :

- 1A. Ne rien faire,
- 2A. Prévenir son collègue Antoine,
- 3A. Prévenir Richard, le directeur de l'usine,
- 4A. Démissionner de l'entreprise,
- 5A. Chiffrer un dimensionnement alternatif,
- 6A. Améliorer l'actuel dimensionnement,
- 7A. Falsifier l'attestation signée avalisant le projet.

3.2 Scénario B : un conflit d'intérêts

Polyvals est une PME fabriquant des produits chimiques de spécialités. Armand, ingénieur senior procédés, y travaille depuis 12 années. Il y a 8 années l'entreprise a confié à Armand la responsabilité de directeur de la communication. Dans cette fonction il est le lien humain entre les collectivités territoriales (mairie, communauté urbaine, conseil général et conseil régional), les parties prenantes (associations, population) et l'entreprise.

Armand a suggéré, il y a 7 années, que son entreprise sponsorise l'équipe locale de football et depuis maintenant 4 années Polyvals est un des deux soutiens majeurs du club.

A la fin de la saison dernière de championnat le club a demandé à Armand de rejoindre comme administrateur le comité directeur du club. Armand a accepté cette fonction avec l'accord de son entreprise. La structure juridique du club est une association sans but lucratif. Armand y est un administrateur bénévole et un fervent supporter. Toutes les réunions du comité directeur ont lieu en dehors des heures de travail ou durant les week-ends.

La convention de parrainage entre Polyvals et le club est en cours de renouvellement et les deux parties souhaitent poursuivre leur partenariat. Normalement chaque sponsor majeur soutient le club par une subvention annuelle de 9000 €. Pierre, le directeur général de Polyvals, indique à Armand que l'entreprise maintiendra le principe de son soutien à hauteur maximale de 9000 € / année pour les deux prochaines saisons sportives. Tout en reconnaissant le travail effectué par Armand au nom de Polyvals au sein du comité directeur du club, Pierre demande à Armand de débiter les négociations sur la base de 8500 € / année et lui recommande de respecter la consigne suivante :

« Ne pas dépasser strictement 9000 € / année, Polyvals souhaitant parrainer par ailleurs une autre association. Si le club de football n'accepte pas notre offre, nous diminuerons de fait notre soutien pour aider l'autre association ».

Lors de ces dernières années la situation financière du club s'est dégradée et devient maintenant difficile. Le relevé de décisions de la dernière réunion du comité directeur indique qu'une augmentation de la contribution financière sera demandée aux deux sponsors majeurs, soit un abondement annuel de 11000 €

par sponsor. L'autre sponsor a accepté de payer ce nouveau montant. Arnaud quant à lui croit qu'il pourra faire accepter au club une somme inférieure au titre de l'apport annuel de Polyvals.

Arnaud se trouve donc dans une situation de conflit d'intérêts. En qualité de salarié et de directeur de la communication de l'entreprise Polyvals, il a obligation de dépenser le moins d'argent possible. En qualité de membre du comité directeur du club de football, il doit contribuer par son action à obtenir des aides financières plus importantes pour favoriser les activités du club.

Selon votre opinion personnelle, que doit faire Armand ?

Huit propositions ont été faites aux étudiants :

- 1B. Prévenir Polyvals et le comité directeur du club du constat du conflit d'intérêts et se retirer dans l'attente d'une nouvelle négociation,
- 2B. Quitter le comité directeur du club,
- 3B. Accepter la demande du club d'une aide de 11000 € payée par Polyvals,
- 4B. Soutenir le club à titre personnel comme administrateur pour un montant de 2000 €,
- 5B. Demander à Pierre, le directeur Général de Polyvals, de venir négocier directement au comité directeur du club,
- 6B. Convaincre Pierre que le montant de 11000 € au soutien du club est légitime,
- 7B. Confirmer au comité directeur que l'offre finale de Polyvals comme soutien au club est de 9000 €,
- 8B. S'engager à trouver un autre sponsor.

4. Résultats

Les résultats globaux des tests sont présentés sur la figure 1, sous forme d'histogrammes. Nous pouvons remarquer d'emblée l'exclusion de certaines propositions telles que les réponses 7A et 3B, basées sur le déni, le mensonge et la falsification. Les solutions impliquant un abandon, une résignation ou une position plus attentiste (1A, 4A et 2B) sont également peu prisées. Notons aussi une large répartition des réponses sur l'ensemble des propositions restantes.

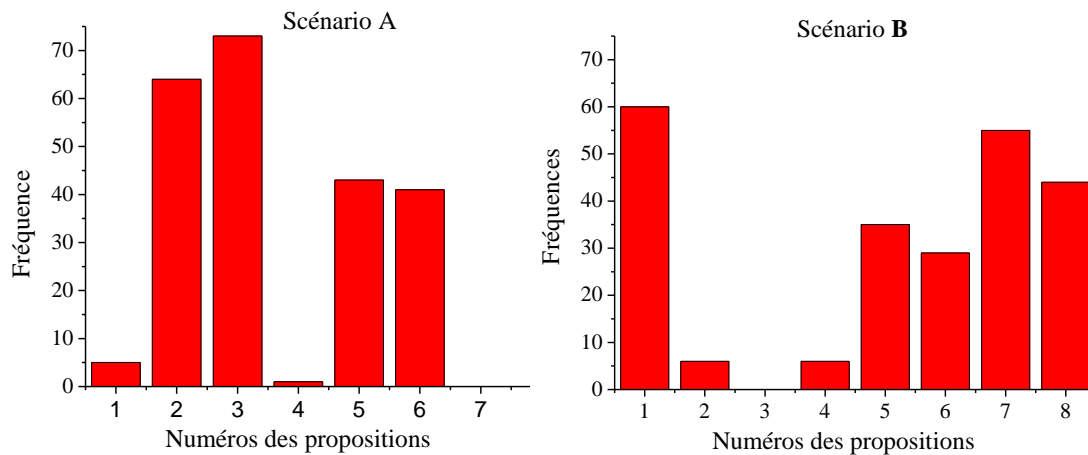


Figure 1. Résultats globaux des enquêtes basées sur les scénarii A et B proposés aux élèves- ingénieurs

L'un des objectifs de cette enquête était également de mettre en évidence les relations éventuelles de dépendance entre les promotions, les niveaux d'études et les réponses observées. A cet effet, des tests de type Khi-deux d'indépendance ont été conduits au travers de tableaux de contingence à c colonnes et r lignes.

Ainsi, les résultats d'un sondage sont présentés sous la forme d'une distribution de probabilité π_{ij} , sous-jacente, à deux variables : la formation d'origine et le numéro de la réponse. π_i et π_j sont les distributions de probabilité marginale. Ces tests consistent alors à poser l'hypothèse nulle d'indépendance statistique :

$$H_0 : \pi_{ij} = \pi_i \cdot \pi_j$$

La qualité de l'ajustement de cette hypothèse aux données est alors testée en calculant les écarts entre effectifs théoriques T et les effectifs observés O ; puis en évaluant le Khi-deux d'indépendance de la manière suivante :

$$\chi^2 = \sum_i \sum_j \frac{(O-T)^2}{T}$$

La mesure de la divergence est alors réalisée en comparant cette valeur à celle, tabulée, du Khi-deux $\chi^2(\text{ddl}, \nu)$ correspondant à une probabilité critique ν choisie pour un degré de liberté ddl donné :

$$\text{ddl} = (c - 1).(r - 1)$$

En différenciant toutes les promotions sondées, l'hypothèse H_0 est rejetée à des seuils d'erreur supérieurs à 25 % pour les deux scénarii. Il apparaît donc que les données sont indépendantes : il n'y aurait pas de relation entre la promotion et les réponses données ; quelque soit leur formation, les étudiants répondent sensiblement de la même manière.

Toutefois, les résultats évoluent quelque peu si seuls les niveaux d'études sont distingués. Dans ce cas, l'indépendance des caractéristiques est conservée pour le scénario B, alors que l'hypothèse H_0 peut être acceptée pour le scénario A à un niveau de confiance de 90 %. Nous pouvons donc envisager une influence du niveau d'études (et non de l'école/de la formation) sur ce test particulier. Il semblerait donc que, dans le cadre de leurs futures fonctions, une sensibilisation à l'éthique se réalise au fur et à mesure de la formation des ingénieurs, que cela soit par le biais des enseignements ou de leurs expériences professionnelles successives.

5. Discussion et perspectives

La première remarque relative à cette simple expérience réside dans l'apparente difficulté des étudiants à admettre des solutions multiples à un problème posé, alors que durant tout leur cursus scolaire antérieur ils ont été systématiquement conditionnés à des situations présentant une solution unique.

L'incidence sans doute limitée de cette première expérience (scénario + questionnaire) peut être certainement améliorée en impliquant plus activement les étudiants par binôme par la technique de la controverse structurée proposée par Johnson and Johnson (1993) de façon que les conséquences des différents choix puissent être discutées en terme d'éthique.

Il est aussi possible d'envisager d'autres perspectives complémentaires de sensibilisation à l'éthique dans la formation des ingénieurs. Le Conseil National des Ingénieurs et Scientifiques de France (CNISF) a remplacé son ancien code de déontologie, appellation réservée à un document définissant un comportement professionnel dans un métier, par une charte d'éthique de l'ingénieur (www.cnisf.org) récapitulant les comportements respectifs de l'ingénieur dans la société, de l'ingénieur et ses compétences, de l'ingénieur et son métier et de l'ingénieur et ses missions. Son appropriation reste difficile pour les étudiants dont le sentiment d'appartenance est très attaché durant leur cursus à la proximité de leur structure de formation.

L'exemple du « Nouveau serment d'Archimède » proposé en 2000 par l'Institut National Polytechnique de Grenoble (INPG) constitue certainement un outil, dont l'institutionnalisation à d'autres établissements de formation d'ingénieurs, en particulier à l'INPL Nancy, serait souhaitable. Ce document de réflexion éthique, disponible sur le site www.inpg.fr, encourage chaque diplômé à prendre conscience de la dimension humaine de son métier en affirmant le respect de la personne, la responsabilité, l'équité, la transparence, la participation, l'honnêteté intellectuelle et la compétence. Il apparaît en effet important d'affirmer ces valeurs à l'heure où le rythme d'évolution des sciences et techniques devient de plus en plus difficile pour le citoyen et la société d'en comprendre les usages et surtout d'en appréhender les conséquences.

Plus exhaustivement la question du choix d'une méthode potentielle d'introduction de la question éthique et de sa place dans la formation des ingénieurs reste très ouverte (Davis, 1999 ; Didier, 2008 ; Harris et al., 1996 ; Hill, 2003 ; Ocone, 2005 ; Perrin and Laurent, 2008). La classique interrogation binaire d'introduire l'éthique, soit comme une discipline à part entière via un module spécifique, soit d'intégrer sa diffusion progressivement parmi les autres disciplines dans le cursus, constitue une véritable question,

dont la réponse dépend beaucoup de la perception et de la motivation de l'équipe pédagogique. En particulier l'application éthique, au sens de la réflexion critique sur les valeurs qui gouvernent l'action, doit pouvoir être interprétée et adaptée dans divers contextes culturels intrinsèquement très différents en fonction des pays d'exercice du métier d'ingénieur. Dans l'état actuel des réflexions et de son retour d'expérience, l'ENSIC Nancy privilégie la sensibilisation à l'éthique à travers l'enseignement de sécurité des procédés, mais souhaite la promouvoir par diffusion parmi d'autres disciplines, comme par exemple la thermodynamique suivant une application pratique proposée par Davis (1999).

Le choix du couplage éthique/sécurité se justifie évidemment par l'importance de l'assimilation de cette notion dans les fonctions d'un ingénieur en hygiène-sécurité. Prenons l'exemple de l'emploi du terme « sûre » pour désigner une situation pour laquelle les risques ont été jugés comme étant « acceptables ». Cela peut laisser penser aux salariés qu'il n'y a aucun risque, ce qui est évidemment erroné. Ainsi, si l'ingénieur n'est pas conscient de cette différence, il fait erreur ; s'il en est conscient, c'est un mensonge. Cette intégration de l'éthique dans les métiers de la sécurité est notamment formalisée dans des règles pour la pratique de l'hygiène du travail (American Board of Industrial Hygiene) (Coppée, 2000).

6. Conclusion

Dans le monde complexe actuel, où la dilution des responsabilités a pris parfois des proportions démesurées, l'engagement des écoles d'ingénieurs dans la formation éthique des futurs cadres devient essentiel. La réflexion éthique ne s'impose pas en tant que telle aux ingénieurs, mais elle leur propose une démarche responsable. Il est en effet nécessaire de les sensibiliser à la dimension éthique d'action, de décision et de recommandation de tout projet technique. Ceci devrait peut être permettre de répondre pour partie au constat d'une exigence accrue de participation du public à la régulation du développement des techniques et aussi à leur meilleure acceptabilité en particulier en matière d'hygiène, de santé, de sécurité et d'atteinte à l'environnement. Il ne paraît toutefois pas nécessaire de faire des ingénieurs des experts en éthique, mais il est important qu'ils soient capables de transmettre leurs expériences et leurs inquiétudes éventuelles et de proposer des choix alternatifs en développant pour cela une sensibilité éthique. Ce rôle d'information, de conseil et de suggestion d'alternatives face aux problématiques économiques, sociétales, politiques et environnementales peut être ainsi introduit, avec cette préoccupation éthique, très en amont dès la phase de conception des projets. Enfin l'expérience pédagogique rapportée dans cet article ne prétend pas donner, dans les grandes incertitudes actuelles, des réponses, encore moins des recettes, ni des méthodes, mais entend proposer matière à penser pour sensibiliser à l'introduction de l'éthique dans les cursus de formation des ingénieurs.

Références

- Coppée, G.H., 2000, Questions d'éthique, Chapitre 19 de l'encyclopédie de sécurité et de santé au travail, 3^{ème} édition française, Bureau International du Travail, Genève.
- Davis, M., 1999, Teaching ethics across the engineering curriculum, OEC International Conference on Ethics in Engineering and Computer Science.
- Didier, C., 2008, Penser l'éthique de l'ingénieur, Ed. PUF, Paris.
- Ecole des Mines de Nancy, 1995, Références pour un ingénieur humaniste, Ed. Le Cherche Midi, Paris.
- Harris, C.H., M. Davies, M.S. Pritchard and M.J. Rabins, 1996, Engineering ethics: What? Why? How? and When?, *Journal of Engineering Education*, 85, 2, 93-96.
- Hill, R.H., Jr., 2003, The safety ethic: where can you get one?, *Chemical Health and Safety*, May-June, 8-11.
- Johnson, D.W. and R.T Johnson, 1993, Creative and critical thinking through academic controversy, *American Behavioral Scientist*, 37, 1, 40-44.
- Madoz, J.P., 2007, Ethique professionnelle, Ed. AFNOR, Paris.
- Mascone, C.F., A.G. Santaquil and C. Butcher, 1991a, Engineering ethics: what are the right choice?, *Chemical Engineering Progress*, April, 61-64.
- Mascone, C.F., A.G. Santaquil and C. Butcher, 1991b, Engineering ethics: how ChEs respond?, *Chemical Engineering Progress*, October, 73-82.
- Ocone, R., 2005, Should we teach ethics in chemical engineering?, *The Chemical Engineer*, November, 24-29.
- Perrin, L. and A. Laurent, 2008, Current situation and future implementation of safety curricula for chemical engineering education in France, *Education for Chemical Engineers*, 3, e84-e91.
- Rozenzweig, M. and C. Butcher, 1992, Can you use that knowledge?, *Chemical Engineering Progress*, 88, 4, 76-80.
- Shallcross, D.C. and M.J. Parkinson, 2006, *Education for Chemical Engineers*, 1, 49-54.