

IDEAS: (Inventive Design IEarning System) inventer en mode collaboratif, asynchrone et à distance

Mathieu Luet¹, Pierre-André Rey², Amadou Coulibaly³, Denis Cavallucci³

¹ *INSA de Rouen*

² *INSA de Toulouse*

³ *INSA de Strasbourg*

Résumé

L'ingénieur est par définition celui qui comprends, crée et invente. Ces trois termes caractérisent donc ce que la société est en droit d'attendre de ses "ingénieurs" tout en ramenant aujourd'hui ses activités créatives et inventives à des compétences au service de l'innovation. En tant que premier groupe d'écoles formateur d'ingénieurs en France, interrogeons-nous sur la place (ou le volume horaire afférent) accordée respectivement à chacun de ces trois termes dans nos enseignements. Inutile de commencer un quelconque décompte, il penche largement en défaveur de la création et l'invention au profit d'un apprentissage toujours plus expert et spécialisé des domaines qui titrent nos filières ; (le "comprendre"). L'idée nous a traversé de faire usage de travaux de recherches menés dans une de nos équipes en matière de démarches de conception inventive pour construire un outil d'aide à la conduite de projets du même nom. Le projet IDEAS entre dans sa phase d'expérimentation à moyenne échelle et trois INSA (parmi 19 autres écoles dans le monde) se sont portées candidates pour tester cet outil à travers un de leur module d'enseignement. Cette contribution traite de l'exercice d'invention en mode collaboratif. Nous abordons notamment le paradoxe de l'insertion, dans un cursus d'ingénieur, d'un enseignement a priori long en gestation et à la fois de n'avoir que peu de volume horaire disponible. IDEAS est ensuite décrit comme une option pour éviter le compromis et discuter de ses atouts pluriculturels lorsqu'il devient multidisciplinaire et qu'il s'étend à l'international.

Mots-clés : Conception Inventive, Invention, Innovation, TRIZ, Internationalisation

1. L'acte d'inventer au cœur de toutes les attentions

1.1. Contexte

Il n'est pas une école, une entreprise, un pays qui ne se définisse comme innovant. Le terme innovation peuple notre quotidien au point qu'il parvient même à se vider de sa substance. L'ambiguïté qu'il induit chez de nombreux étudiants l'éloigne souvent de leurs priorités d'apprentissage et le fait de parfois le classer dans les « softs-skills » ne fait qu'ajouter au flou qui entoure sa place dans un syllabus d'école d'ingénieur [1]. Pourtant, force est de constater qu'avec une mobilisation importante d'acteurs dans tout l'hexagone, comme celle par exemple du projet Innovent-e [2], les ambitions d'une formation partagée sont loin d'être en place. Nous avons depuis deux ans, exploré un axe de développement dans la formation des ingénieurs, celui de recentrer nos initiatives de formation en matière de conception, sur l'activité d'invention. Sa localisation en amont dans le pipeline de l'innovation et la nature constructive de ses buts, font qu'elle repose, pour une entreprise, en grande partie sur ses ingénieurs, d'où notre intérêt.

2. IDEAS, un projet dédié à l'apprentissage de l'invention

Notre objectif est d'accroître le formalisme de l'amont de l'innovation avant de l'enseigner par des moyens qui combinent la pédagogie par projets, le e-learning et la dématérialisation numérique de l'activité d'invention. Il nous faut notamment réduire le flou qui entoure l'acte créatif [3], faire en sorte qu'il ne repose pas uniquement sur les aptitudes innées de certains, qu'il ne subisse pas la sanction du hasard et qu'un peu de robustesse, de reproductibilité des résultats deviennent observables. Une voie explorée par l'équipe de recherche de deux des auteurs est de ramener l'acte créatif dans le contexte de l'ingénierie à une activité de résolution de problème dont le champ des recherches d'information s'étend de façon multidisciplinaire au-delà du champ disciplinaire où le problème se pose.

Une telle démarche en appelle pour partie à la théorie TRIZ [4] qui, ces trois dernières décennies, n'a cessé de se développer – même avec lenteur – dans l'industrie, l'enseignement et la recherche [5]. Une part du paradoxe qui se cache derrière la faible croissance de l'usage dans TRIZ dans les milieux académiques est que l'usage de cette théorie produit des effets qu'un brainstorming humain ne sait pas reproduire (on est alors tenté d'y croire)[6]. Son manque de formalisation rebute les enseignants qui entrevoient derrière TRIZ quelque chose qui relève de l'art plus que de la science[7]. Mais ce travail de formalisation, si son auteur n'a pas eu le temps de l'achever, ne nous incombe-t-il finalement pas ? La décision de comprendre les mécanismes sous-jacents à la TRIZ pour les expliquer, achever leur définition, comprendre leurs limites et étendre ses potentiels fut prise en 2007 dans une équipe qui aujourd'hui revendique être à l'origine d'une déclinaison de l'activité de conception : la conception inventive [8].

Le projet IDEAS est l'acronyme anglais de Inventive Design LEarning System. Il s'agit d'une plateforme web qui combine deux composantes. Un premier portail web qui administre l'ensemble des universités, enseignants, étudiants et projets avec des fonctions d'appairage entre étudiants, de gestion des droits, des sessions de cours, des écoles impliquées. Lorsqu'une école est inscrite avec ses enseignants, ses étudiants et que les équipes sont constituées et validées par les enseignants, chaque équipe bascule sur le second composant. Le logiciel en ligne PICC (Private Innovation Competence Center) gère alors l'ensemble des fonctions du projet d'invention. Ce logiciel est aujourd'hui distribué par la société ExelOp mais ses origines sont le fruit des travaux de l'équipe CSIP (Conception, Système d'Information, et Processus inventifs) du laboratoire ICube (UMR CNRS-7357).

IDEAS a déjà été testé à l'INSA de Strasbourg depuis 2015, mais dès sa seconde année d'existence, par l'intermédiaire du projet Innovent-e, l'INSA de Rouen s'est lancée dans l'expérimentation également. Le réseau TRIZ s'est légitimement intéressé à IDEAS et d'autres

écoles se sont portées volontaires pour tester l'outil dans un module pilote interne de l'école dont l'INSA de Toulouse. Il y a actuellement 21 écoles ou universités dans le monde qui utilisent IDEAS. Sa vocation internationale est donc évidente aux vues de sa présence sur serveur et le fait qu'elle soit conçue en langue anglaise. La plateforme administre à l'heure actuelle 746 étudiants répartis dans 14 pays et comptabilise 245 projets d'invention menés de manière collaborative par des équipes d'étudiants allant de 2 à 12 personnes.

3. Vision d'ensemble d'une étude

3.1. Partie IDEAS

Lorsqu'une école se déclare intéressée par tester le système, un espace lui est créé et un enseignant déclaré « session manager » de cette école. Il possède les droits de création de profils « teacher (enseignant) », « student (étudiant) » et de « session ». Une session est associée à un enseignant et une liste d'étudiants et est composée de groupes et d'un nombre maximum d'étudiants par groupe défini par l'enseignant. Lorsqu'un étudiant se connecte, il visualise sur son tableau de bord, les sessions auxquelles il a été assigné et peut les rejoindre. Il se retrouve alors dans une liste avec les autres étudiants de sa session. Chaque étudiant a ensuite la possibilité de créer un groupe et les autres de le rejoindre (ou de créer un autre groupe eux-mêmes). Ensemble, ils font des propositions à l'enseignant de sujets sur lesquels ils souhaitent travailler. Une proposition a dans un premier temps un statut « pending » et l'enseignant doit valider celles qui lui semblent atteignable en terme de complexité aux vues du volume horaire alloué pour son module. Il peut alors refuser ou valider une proposition de sujet d'un groupe. Si plusieurs propositions sont validées c'est aux étudiants de choisir celle qui deviendra leur projet d'invention.

Un module de E-learning est au préalable affecté à chaque session. Les statistiques du suivi de ce module sont affichées dans IDEAS pour chaque étudiant et chaque session. Ça n'est qu'au bout de l'accomplissement du module de e-learning obtenu avec un certain score que les droits d'accès à l'espace projet sont ouverts. Nous partons du principe qu'avant de se lancer dans l'espace projet, les notions inhérentes à un projet de conception inventive doivent être vues théoriquement et évaluées (contrôle de connaissances). Cela évite notamment les erreurs lors de la conduite du projet.

3.2. Partie PICC

Une fois les membres d'un groupe autorisés à accéder à l'espace projet sur PICC, ils peuvent commencer un travail collaboratif en temps réel. L'espace projet bénéficie d'un accès concourant, ainsi les étudiants peuvent parcourir toutes les fonctions de leur projet en synchrone ou asynchrone, en présentiel ou à distance.

Deux phases dans le projet vont devoir être accomplies : KMap et Build&Solve.

Le Kmap consiste à créer un graphe de problèmes constitué de deux types d'entités reliées entre elles par des liaisons causales [9]. Ce graphe est caractérisé pour chacune de ses composantes par des paramètres avec des unités de valeurs. Il permet notamment de dresser l'inventaire des connaissances afférentes au projet : la liste de ce qui est, à ce jour, non-résolu et la prise en compte des solutions existantes ayant déjà été répertoriées comme des voies potentielles de résolution des problèmes posés. Ce graphe orienté constitue le maillage de la problématique de départ ; son art antérieur. Chaque nœud du graphe peut potentiellement devenir un répertoire à documents numériques (pdf, docx, pptx, image) permettant une capitalisation informationnelle associée au projet. KMap est également un centre décisionnel où les orientations données au projet peuvent être prises. En effet, les fonctions du graphe peuvent permettre d'identifier un problème clé où une suite de problèmes peut potentiellement être résolue en se concentrant sur l'un d'entre eux (le plus à l'origine de la chaîne).

La partie Build & Solve est dédiée à la conduite des phases de résolution de problèmes et d'ouverture à des éléments d'information distants du domaine d'origine. On retrouve également dans cette partie la plupart des outils de TRIZ permettant d'orienter l'étude (diagramme multi-écrans, lois d'évolution) ou de résoudre des contradictions (matrice, principes inventifs). La fin de l'étude consiste en le dressage d'une liste de concepts de solutions ordonnancés par leur taux d'impact sur le graphe de départ. Chaque solution est ainsi mise en avant dès lors qu'elle maximise son impact sur le graphe en fonction de règle d'estimation de cet impact sur les paramètres clés de l'étude. Un tel ordonnancement est inspiré des matrices de Pugh [10].

4. Premiers retours d'expérience, analyse et discussion

Sur 245 projets conduits lors des 47 sessions de 11 établissements, nous obtenons une moyenne de 9 concepts par projet, ce qui comparativement à un brainstorming est assez peu. Mais d'après l'étude menée par [11], un concept inventif issu d'un processus TRIZien correspond à un concept plus abouti et plus pertinent (pratique) que celui issu d'une séance de Brainstorming [12], [13]. Ajoutons à cela le fait que le TRL d'un concept issu de notre approche est globalement plus haut qu'un TRL issu d'un concept de brainstorming, les statistiques issues de nos études reflètent des résultats déjà publiés [14]. La question reste donc posée de la valeur ajoutée d'une plateforme comme IDEAS par rapport à la conduite « conventionnelle » d'une étude TRIZ par une équipe avec des outils classiques. Ce qui transparaît dans le retour des étudiants¹ à la quasi-unanimité, c'est le sentiment d'efficacité et de robustesse dans l'exercice. Beaucoup se déclarent guidés au point qu'au début de l'exercice le sentiment de méfiance dominait, pour laisser ensuite à une forme de confiance dans le fil conducteur imposé par l'application PICC. Il rassure l'apprenant dans une tâche qu'il a l'habitude de mener de façon déstructurée ou uniquement intuitive. Les conclusions convergent également vers une phrase de la forme suivante « les résultats obtenus nous ont surpris et tranchent par rapport à nos idées de départ ». C'est là, il nous semble, que se situe l'apport d'une telle démarche : dépasser la difficulté intrinsèque à l'étude inventive (comment donner du temps au travail d'équipe) par la dématérialisation du projet et sa gestion asynchrone. L'effet e-learning + gestionnaire de projet économise aussi de façon substantielle le temps alloué au projet comparativement à nos modes d'enseignements plus conventionnels. Notons aussi une sorte de nivellement par le haut des acquis sur la totalité des étudiants inscrits en matière d'acquisition des bases de TRIZ. Jadis, un nombre non-négligeable passaient à côté du cours et en retiraient peu de choses. Ce nouvel outil d'enseignement contribue fortement à linéariser le niveau atteint par la moyenne des inscrits.

Les limites perçues, lors de ces premiers essais, sont surtout liées à la difficulté de mobiliser du temps dans un planning déjà chargé de cours pour un tel exercice et que son côté chronophage rebute comparativement au traditionnel Brainstorming. Il est donc important dans les années à venir de faire usage des données du web par de l'Intelligence Artificielle pour que l'outil apporte une valeur ajoutée numérique et informationnelle encore plus importante aux porteurs de projets. Ici les liens évidents avec des recherches en science de l'information sont à souligner.

Les perspectives sont aussi d'étendre IDEAS à un plus large spectre d'étudiants et faire en sorte que l'outil facilite l'arrivée de cette dimension créative et inventive intrinsèque à l'ingénieur dans les syllabus liés à l'innovation des écoles/universités. Cela nous permettra d'entrer dans une seconde phase de test, cette fois multi-écoles, où les étudiants vont pouvoir constituer des équipes pluridisciplinaires voire internationales puisque la plateforme est en anglais et la démarche déjà adoptée par 14 pays dont la Chine, les USA, le Brésil, la Thaïlande ou le Maroc. Enfin le dispositif se prête particulièrement aux challenges lancés « en ligne » par des industriels. Il est donc possible par ce biais de faire rayonner la créativité de nos étudiants et par voie de conséquence, de notre réseau d'écoles.

¹ Retour extrait des phrases capturées dans les paragraphes de conclusion des rapports de projet des étudiants.

Références

- [1] K. V. A. Balaji et P. Somashekar, « A Comparative Study of Soft Skills among Engineers », Social Science Research Network, Rochester, NY, SSRN Scholarly Paper ID 1526964, déc. 2009.
- [2] « Innovent-e ». [En ligne]. Disponible sur: <http://www.innovent-e.com/>. [Consulté le: 28-févr-2019].
- [3] C. Millet, D. Oget, et D. Cavallucci, « Open the ‘black box’ creativity and innovation: a study of activities in R&D departments. Some prospects for engineering education », *European Journal of Engineering Education*, vol. 42, n° 6, p. 1000-1024, 2017.
- [4] G. Altshuller, *Creativity as an exact science: the theory of the solution of inventive problems*. New York u.a.: Gordon and Breach, 1984.
- [5] T. Cavallucci D. .. Cascini, G. .. Duflou, J. .. Livotov, P. .. Vaneker, « TRIZ and knowledge-based innovation in science and industry », in *Procedia Engineering*, 2015, vol. 131, p. 1-2.
- [6] T. Bertonecelli, O. Mayer, et M. Lynass, « Creativity, Learning Techniques and TRIZ », *Procedia CIRP*, vol. 39, p. 191-196, 2016.
- [7] I. Belski *et al.*, « Structured Innovation with TRIZ in Science and Industry-Creating Value for Customers and Society », *Procedia CIRP*, vol. 39, p. 1-2, 2016.
- [8] D. Cavallucci, « From TRIZ to Inventive Design Method (IDM): towards a formalization of Inventive Practices in R&D Departments », *Innovation*, vol. 18, n° 2, 2009.
- [9] C. Souili A. .. Cavallucci, D. .. Rousselot, F. .. Zanni, « Starting from patents to find inputs to the Problem Graph model of IDM-TRIZ », in *Procedia Engineering*, 2015, vol. 131, p. 150-161.
- [10] S. Pugh, *Total Design: Integrated Methods for Successful Product Engineering*, 1991.
- [11] W. Stroebe, B. A. Nijstad, et E. F. Rietzschel, « Beyond Productivity Loss in Brainstorming Groups: The Evolution of a Question », vol. Volume 43, Academic Press, 2010, p. 157-203.
- [12] « Brainstorming and TRIZ », *The Triz Journal*, 02-févr-2003. .
- [13] G. Changqing, H. Kezheng, et M. Fei, « Comparison of innovation methodologies and TRIZ », p. 8.
- [14] D. Cavallucci D. .. Oget, « On the efficiency of teaching TRIZ: Experiences in a French engineering School », *International Journal of Engineering Education*, vol. 29, n° 2, p. 304-317, 2013.