



HAL
open science

Acquisitions des compétences par la lecture de graphiques dans les formations d'ingénieurs

Jean-Luc Dion

► **To cite this version:**

Jean-Luc Dion. Acquisitions des compétences par la lecture de graphiques dans les formations d'ingénieurs. CFM 2015 - 22ème Congrès Français de Mécanique, Aug 2015, Lyon, France. hal-03444533

HAL Id: hal-03444533

<https://hal.science/hal-03444533>

Submitted on 23 Nov 2021

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.

Acquisitions des compétences par la lecture de graphiques dans les formations d'ingénieurs

J-L. Dion

SUPMECA - EA2336 jean-luc.dion@supmeca.fr

...

Résumé :

L'approche pédagogique proposée s'appuie sur l'observation, la lecture, l'analyse et l'expertise de cas d'études basées sur des représentations graphiques sur support papier. Les résultats pédagogiques obtenus avec plusieurs classes d'élèves mettent en évidence l'efficacité de la méthode dans la qualité et la rapidité d'apprentissage par rapport aux approches classiques basées sur le calcul analytique et l'exposé théorique ou l'utilisation pratique de matériels et logiciels.

Abstract :

The pedagogical approach proposed is based on observation, reading, analysis and expertise of case studies based on graphical representations on paper. The educational results obtained with several classes of students demonstrate the effectiveness of the method in the quality and speed of learning over traditional approaches based on analytical calculation and presentation theoretical or the practical use of materials and software.

Mots clefs : apprentissage, représentations graphiques, acquisition de compétences, formations, méthodes pédagogiques.

1 Introduction

Les enseignements de l'ingénierie mécanique tel que la mécanique générale, la mécanique des milieux continus, la résistance des matériaux, les vibrations et le traitement du signal sont classiquement dispensés en cours dans une démarche théorique constituée de développements analytiques. En travaux dirigés, l'étude d'exemples est principalement réalisée par des résolutions analytiques de problèmes simples. En travaux pratiques, la démarche vise principalement la mise en œuvre de concepts. C'est du moins ainsi que j'ai commencé à enseigner ces différentes disciplines.

Ces matières sont enseignées en travaux pratiques aux moyens de logiciels de mathématiques, ou dédiés tels que les logiciels éléments finis ou multicorps. Les résultats logiciels exploités par les élèves sont souvent des éléments graphiques sur lesquels ils bâtissent leur analyse (courbes, cartographie de contraintes, trajectoires). Ces phases d'apprentissage par travaux pratiques sont efficaces et appréciées des étudiants, elles sont considérées comme un instant privilégié pendant lequel les concepts sont

assimilés durablement. Toutefois, les travaux pratiques restent des apprentissages chronophages et limités en nombre de concepts assimilés. Pendant un TP de quatre heures, la plus grande partie du temps est consacrée à la maîtrise des outils matériels, logiciels et de leur environnement, l'analyse et la conceptualisation représentant un part faible du temps alloué par les étudiants alors même qu'elles représentent l'objectif pédagogique principal.

Les travaux dirigés sont souvent basés sur l'énoncé d'un problème bien posé. Les hypothèses sont clairement formulées, les paramètres et variables, judicieusement choisis. L'élève est alors dans la situation où son travail principal consiste à poser les équations et à les résoudre. Par la suite, le fruit de la résolution conduit rarement à des analyses poussées : les cas traités se limitent souvent à des explorations numériques éloignées des motivations initiales du problème : la dynamique du pendule est linéarisée, le système vibratoire à un degré de liberté n'est pas envisagé comme outil de dimensionnement en isolation vibratoire, la décomposition en série de Fourier est envisagée sur des signaux synthétiques simples éloignés de la réalité des cas d'étude réel en analyse du signal. L'apport de la discipline dans une démarche d'ingénierie de conception est rarement exploité, les conséquences technologiques peu explorées.

2 L'apprentissage par la lecture de graphiques

La solution s'inscrit dans le cadre de la pédagogie par problème [1] réduite à un niveau de granularité très fin. Le but est de confronter les étudiants sur des cas précis où leur expertise est attendue et sera évaluée au sens des préconisations de [2]. La méthode développée est utilisée en complément mais aussi souvent en remplacement d'exercices traditionnels. Par exemple, en traitement du signal l'apprentissage des passages entre les domaines temporel et fréquentiel est classiquement étudié au moyen de la transformée de Fourier ou de la décomposition en séries de Fourier. Cette démarche analytique permet de ne traiter dans le temps imparti d'un TD de 2h que 3 ou 4 cas simples. Une autre démarche classique consiste également à utiliser des logiciels de mathématiques ou de traitement du signal qui permettent d'aborder le cas de signaux réels plus complexes. Mais là encore, seulement 3 ou 4 cas d'études sont envisageables dans un temps imparti de 2 heures. Ces limites des outils numériques et plus généralement des TIC sont soulignées par [3]. Le même constat peut être fait en résistance des matériaux dans le cas de l'analyse d'essais ou encore en mécanique des corps rigides dans l'étude de la dynamique d'un mécanisme.

2.1 Hypothèses et prérequis

Pour être utilisée en substitution aux pratiques d'enseignement classique, la méthode proposée s'appuie principalement sur les trois hypothèses suivantes :

- les étudiants d'écoles d'ingénieurs ont une connaissance et une pratique des développements analytiques suffisantes pour aborder les disciplines concernées (vibrations, mécanique générale ...) sans qu'il soit nécessaire de les exercer à nouveau sur la résolution de systèmes d'équations différentielles, sur la résolution d'intégrales ou de systèmes d'équations.
- les compétences attendues pour un ingénieur sont très rarement portées sur la résolution d'un problème : elles concernent avant tout sa capacité à poser proprement le problème et ensuite à analyser les résultats de la résolution. La résolution étant elle-même souvent produite par un outil dédié.
- Les capacités d'abstraction et les acquis des étudiants sont suffisants pour leur permettre de faire le lien entre une représentation graphique et une représentation analytique

2.2 Les méthodes pédagogiques précédemment expérimentées

Mon expérience personnelle m'a conduit à avoir le sentiment de rapporter et réduire toutes les disciplines de l'ingénierie à un apprentissage spécifique des méthodes de résolution de problèmes de mathématiques appliqués. Les traitements analytiques sont souvent contraints et limités à l'étude de cas simples. Dans un premier temps et dans le but de proposer un apprentissage sur des cas réalistes, j'ai eu recours à l'utilisation de logiciels et à des enseignements basés sur des problèmes servants de fil rouge pour conduire les apprentissages sous forme de projet à travers un scénario établi (exemple : <https://sites.google.com/site/dymu2013/>). Il ressort de ces pratiques plusieurs inconvénients : les étudiants travaillant en groupe lors des projets se répartissent les tâches, se spécialisent et se retrouvent avec des compétences particulières acquises au-delà des attentes et dans le même temps avec des compétences fondamentales non acquises par ailleurs. De plus, plusieurs problèmes classiques liés à l'organisation pénalisent l'efficacité de cette pratique pédagogique : la mise à disposition de salles informatisées, la disponibilité matérielle et logicielle, le renouvellement de licences, la nécessité d'un apprentissage préalable des logiciels, les contraintes d'emploi du temps sont autant d'éléments qui viennent perturber le bon déroulement de l'enseignement.

2.3 La méthode proposée : la lecture de graphiques

Fort du constat récurrent des difficultés rencontrées, j'ai cherché à m'affranchir de ces contingences matérielles et je suis arrivé à réduire ces apprentissages au strict usage de documents papiers sur lesquels sont reproduits des courbes, figures et images susceptibles d'être fournies par des logiciels dédiés, par une fiche produit, par un client, un bureau d'étude, un service d'essais, un fournisseur, ou tout autre partenaire industriel. Cette pratique initialement provoquée par des difficultés organisationnelles s'est avérée particulièrement efficace et rapide dans l'acquisition des compétences visées : dans la limite des exemples traités, les capacités d'analyse des étudiants ont été étendues de façon significatives par rapport aux pratiques précédentes. Dans le cas cité précédemment en traitement du signal, l'apprentissage des passages entre les domaines temporel et fréquentiel est passé de l'étude et l'assimilation de 2 cas par heure à 10 cas par heures (voir exemple en ANNEXE I). Il en va de même en résistance des matériaux pour l'analyse des contraintes ou en mécanique générale pour l'étude de systèmes dynamiques. Quelques exemples seront développés dans la présentation orale.

D'un point de vue pratique, les lectures sont réalisées de façon croisées et interactives dans un ordre non prédéfini qui se construit en fonction et à mesure des interventions des étudiants. Les séances se déroulent dans une ambiance souvent ludique. Elles facilitent une interaction forte avec la classe et sont propices aux digressions technologiques, aux compléments analytiques et aux approfondissements de l'expertise. Elles représentent un outil d'apprentissage rapide et efficace en cohérence avec les objectifs pédagogiques. C'est également un outil d'évaluation rapide (QCM) [4].

. L'efficacité de la méthode a été testée avec succès aussi bien en formation initiale qu'en alternance ou en formation continue.

2.4 Evolution envisagée

D'un point de vue plus général, le contexte d'acquisition des compétences a profondément été modifié par le développement des outils numériques. Historiquement, le savoir est directement ou indirectement payant, il est dispensé depuis des siècles par une personne précise dans un lieu défini à un instant donné. Aujourd'hui, des outils comme wikipédia apportent un savoir fiable, gratuit, anonyme, accessible en tout lieu et à tout instant. Il paraît donc hautement probable que les formes classiques de l'enseignement soient remises en cause dans un futur proche. Cette conjoncture numérique me conduit actuellement à développer une version web personnalisée et interactive de ces outils de lecture. L'objectif poursuivi est de proposer l'acquisition de compétences en s'affranchissant des contraintes de lieu et de temps.

3 Conclusion

L'acquisition des compétences par la lecture de graphiques ne saurait se substituer en toutes circonstances aux apprentissages par démarche analytique ou par l'usage de matériels et de logiciels. La démarche proposée a montré son efficacité en substitution aux méthodes pédagogiques classiques dans le contexte particulier des compétences visées pour les disciplines scientifiques et techniques et pour des populations d'élèves ingénieurs principalement issus de classes préparatoires. Ce témoignage est strictement basé sur des exemples et n'a pas fait l'objet d'une analyse détaillée, comparée et quantifiée des compétences acquises par différentes approches pédagogiques. Ce point mériterait de plus amples travaux.

Références

- [1] Fabre, M. (2009). Philosophie et pédagogie du problème. Vrin.
- [2] Tardif, J., & Meirieu, P. (1996). Stratégie pour favoriser le transfert des connaissances. *Vie pédagogique*, 98(7).
- [3] Larose, F., & Peraya, D. (2001). Fondements épistémologiques et spécificité pédagogique du recours aux environnements virtuels en enseignement. *Les tic... au coeur des pédagogies universitaires: diversité des enjeux pédagogiques et administratifs*, 31.
- [4] Labat, J. M. (2002, November). EIAH: Quel retour d'informations pour le tuteur?. In *Technologies de l'Information et de la Communication dans les Enseignements d'ingénieurs et dans l'industrie* (pp. 81-88). Institut National des Sciences Appliquées de Lyon.