

Retour d'expérience sur l'évaluation des compétences dans une formation de master en mécanique. Focus sur l'évaluation via une activité de mise en situation (Serious Game)

E. SADOULET-REBOUL, G. CHEVALLIER

Univ. Bourgogne Franche-Comté - FEMTO-ST Institute, CNRS/UFC/ENSMM/UTBM
Département Mécanique Appliquée, 24 rue de l'épître, 25000 Besançon
Email : Emeline.Sadoulet-Reboul@univ-fcomte.fr, Gael.Chevallier@univ-fcomte.fr

Résumé :

La déclinaison des programmes en compétences est une question d'actualité dans les formations de licence et de master. Ce travail fait partie des enjeux définis dans le processus de construction de l'Espace Européen de l'Enseignement Supérieur adopté à Bologne, de préconisations du ministère via l'édition d'un référentiel national pour les licences, et figure dans la politique stratégique de nombreuses universités et établissements d'enseignement supérieur. Un objectif est de proposer des formations permettant le développement de compétences liées aux missions professionnelles que les étudiants seront amenés à exercer, en s'appuyant sur les connaissances acquises. Une fois ces compétences définies dans une formation, la question se pose de leur évaluation. En effet, si les définitions de la notion de compétence sont multiples, il est admis globalement que celle-ci nécessite de mobiliser plusieurs savoirs (savoir, savoir-faire, savoir-être) dans une situation et un contexte donnés. Aussi, l'évaluation d'une compétence ne peut pas se limiter à une seule évaluation de ces savoirs, parfois dispersée au travers de différentes unités d'enseignement, mais nécessite de confronter l'étudiant à une situation complexe dépendant de la compétence visée. Les modules de formation sont déclinés en objectifs pédagogiques qui participent à l'acquisition d'une compétence : l'évaluation plus traditionnelle de ces objectifs est donc une étape complémentaire à l'évaluation globale de la compétence de façon à s'assurer que les briques élémentaires de la compétence sont acquises. La présentation propose une discussion autour des modalités d'évaluation des compétences dans un programme décliné suivant cette approche, le master mécanique de l'Université de Franche-Comté. Plusieurs stratégies seront présentées et comparées, allant d'une évaluation sur la base des objectifs pédagogiques d'une unité d'enseignement, jusqu'à une évaluation sur la base d'une activité de mise en situation consistant en un jeu de rôle. Pour impliquer les étudiants dans la dynamique d'acquisition de la compétence, ces stratégies seront complétées par un processus d'auto-évaluation pour leur permettre de se positionner individuellement.

Abstract :

Writing program learning outcomes is a topical issue in higher education, for license and master programs. This work is part of the issues defined in the process of building the European Higher Education

Area adopted in Bologna, the Ministry's recommendations through the publication of a national reference framework for licenses, and is included in the strategic policy of many universities and higher education institutions. One objective is to provide training for the development of skills related to professional missions that students will be led to exercise, based on the knowledge acquired. Once these skills defined the question arises of their evaluation. Indeed, if different definition of the learning outcomes are available in the literature, it is generally accepted that it requires the mobilization of several types of knowledge and know-how in a given situation and context. Also, the evaluation of a skill can not be limited to a single assessment of this knowledge, sometimes dispersed through different teaching units, but requires to confront the student to a complex situation depending on the skill in question. The training modules are divided into teaching objectives that contribute to the acquisition of a skill : the more traditional evaluation of these objectives is therefore a complementary step to the overall evaluation of the competence in order to ensure that the bricks elementary skills are acquired. The presentation proposes a discussion about how to evaluate learning outcomes in a program based on this approach, the master's degree in mechanical engineering from the University of Franche-Comté. Several strategies will be presented and compared, ranging from an evaluation based on the learning objectives of a teaching unit, to an evaluation based on a project inspired by a serious game. To involve students in the skills acquisition process, these strategies will be supplemented by a self-assessment process to allow them to position themselves individually.

Mots clefs : Evaluation, compétences, approche-programme

1 Introduction

La déclinaison des programmes de formation en compétences est actuellement à l'étude dans de nombreux établissements d'enseignement supérieur, elle répond aux exigences fixées dans le processus de Bologne [1]. Au niveau national le projet C.R.A.I.E.S travaille au développement de ressources pour l'approche-programme et l'approche par compétences, et a conduit notamment à des capsules vidéo-graphiques discutant la définition des compétences ou encore leur évaluation. La notion de compétence trouve plusieurs définitions dans la littérature [2, 3], si l'on reprend la définition formulée dans le référentiel national des licences [4] « *Une compétence est l'aptitude à mettre en oeuvre un ensemble organisé de savoirs, de savoir-faire et d'attitudes permettant d'accomplir un certain nombre de tâches* ». Ainsi définit, la compétence n'est pas acquise par le biais d'un unique enseignement, mais par le biais de plusieurs unités au long d'un cycle de formation. Par ailleurs elle se justifie dans des situations permettant aux étudiants de mobiliser tous les éléments qui la constitue. Ces activités sont parfois décrites comme des apprentissages de l'intégration [5]. Cette déclinaison pose la question des modes d'évaluation actuellement en vigueur puisqu'il serait cohérent, dans ce contexte, de proposer une évaluation par compétences par la confrontation à ces situations complexes nécessitant la mobilisation de ressources acquises dans différentes unités d'enseignement ou via des expériences personnelles ou professionnelles, alors que l'évaluation standard est l'évaluation par unité d'enseignement. Par ailleurs enseignants et étudiants attendent assez traditionnellement d'une évaluation qu'elle permette de vérifier que les objectifs pédagogiques de l'unité évaluée qui ont justifié l'organisation des activités pédagogiques (CM/TD/TP) sont bien acquis. Il s'agit donc de trouver un équilibre entre les modes d'évaluation par unité d'enseignement assez classiques, et l'évaluation plus globale par la confrontation à des activités de mise en situation

pour permettre un positionnement des étudiants sur les compétences visées par une formation. Cet équilibre est au coeur de la présentation qui propose un retour d'expériences sur l'évaluation par compétences dans le master Mécanique de l'Université de Franche-Comté. Ce master vise à former des ingénieurs d'étude ou R&D en conception, modélisation et simulation numérique multiphysique pour l'ingénierie mécanique : les diplômés doivent faire preuve de capacités personnelles et montrer leur aptitude à collecter des informations et appliquer des méthodes, de capacités interpersonnelles et montrer leur aptitude à communiquer et travailler, et enfin de capacités professionnelles techniques et montrer leur aptitude à gérer des projets, concevoir, modéliser et analyser. Sur la base des missions visées le programme de formation a été décliné en compétences [6] disciplinaires, transversales et pré-professionnelles auxquelles plusieurs unités d'enseignement participent. Le retour présenté concerne deux unités d'enseignement en première année consacrées pour l'une à la modélisation et simulation numérique, et l'autre à un atelier CAO/Calculs. Ces deux unités participent à plusieurs compétences communes visées dans la formation, notamment en terme d'analyse numérique et d'interprétation des résultats. Des stratégies différentes d'évaluation ont été mises en place pour évaluer les compétences dans ces UEs, par le biais d'épreuves sur table adaptées mais relativement classiques dans un cas, et par le biais d'une activité de mise en situation dans l'autre cas. L'objectif est de discuter de ces modes d'évaluation et de proposer quelques conclusions au regard des résultats constatés.

2 Retour sur l'évaluation des compétences dans l'UE Modélisation et Simulation Numérique au travers d'épreuves traditionnelles

L'UE est organisée en objectifs pédagogiques qui participent à l'acquisition de 2 macro-compétences professionnelles liées à la modélisation et simulation, et l'analyse de résultats de simulation, et à des macro-compétences personnelles et inter-personnelles : plus particulièrement elle participe à 5 compétences disciplinaires, une compétence pré-professionnelle et 3 compétences transversales. Les situations d'évaluation consistent en 2 épreuves sur table et 1 épreuve de travaux pratiques. Afin de construire une évaluation des compétences à partir de l'évaluation des objectifs pédagogiques de l'unité, les questions constitutives de l'épreuve sur table sont construites à partir des objectifs pédagogiques visés. Plusieurs questions participent à évaluer un même objectif, l'ensemble des points obtenus sur ces questions contribue donc à affecter un nombre de points à l'objectif. Ces mêmes objectifs participent à l'acquisition d'une ou plusieurs compétences. A nouveau les points obtenus sur chaque objectif permettent d'obtenir un nombre de points sur la compétence, et donc d'identifier un niveau d'acquisition. Ce mode de fonctionnement est illustré sur la figure 1 : sur les 5 objectifs pédagogiques de l'UE 2 sont correctement évalués dans les épreuves, 1 est insuffisamment évalué, 2 ne sont pas évalués. Plus grave, des questions ne participent pas à l'évaluation des objectifs du module. Ici c'est le nombre insuffisant d'épreuves ou la mauvaise qualité des sujets d'évaluation qui sont mises en évidence. La note obtenue en termes de compétences disciplinaire est l'héritage de des notes d'objectifs pédagogiques et une traduction directe des notes relatives à certaines questions faisant apparaître des compétences professionnelles ou disciplinaires. Toutes les compétences ne peuvent être évaluées parce que les objectifs pédagogiques déclinés dans le syllabus ne correspondent pas. Ce qui met en évidence un problème de rédaction des syllabus et/ou de la matrice de compétences, voir [6].

Pour résumer, cette stratégie d'évaluation présente différents intérêts :

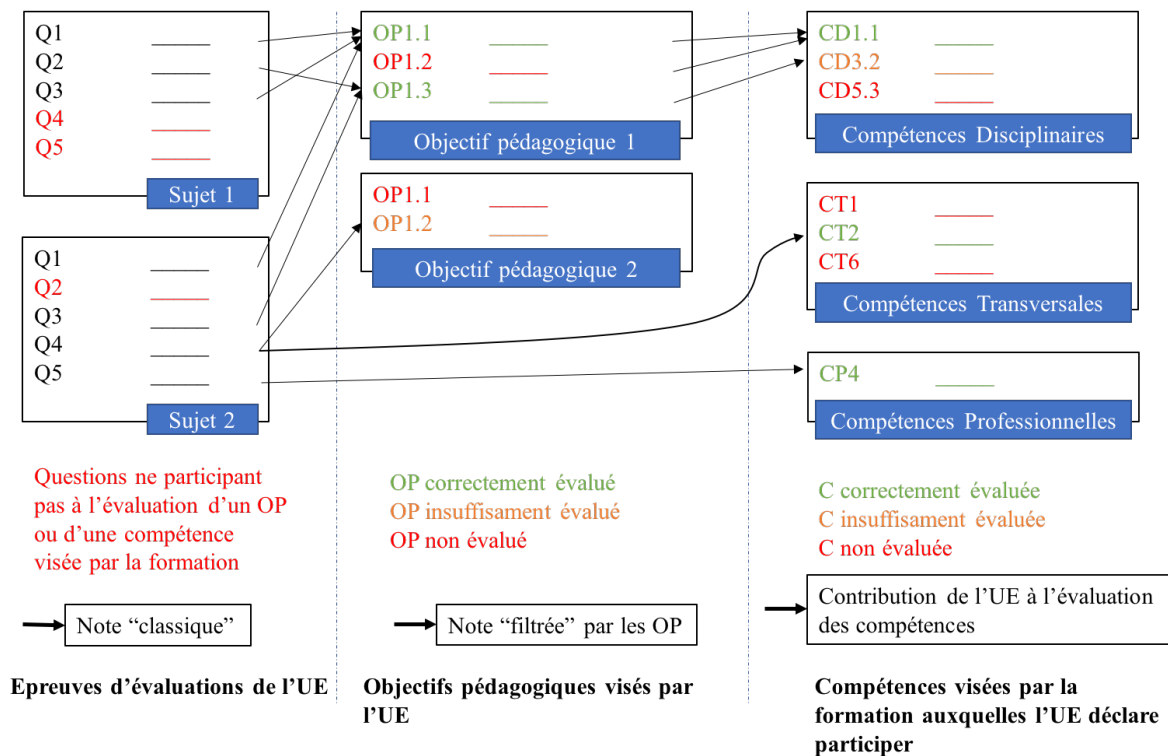


FIGURE 1 – Exemple d'évaluation des compétences via les objectifs pédagogiques évalués dans une unité d'enseignement

- Si un sujet n'a pas été construit a priori à partir des objectifs pédagogiques, elle permet d'identifier a posteriori les objectifs non évalués et se poser alors la question de la possibilité de les évaluer ultérieurement, ou de leur pertinence dans l'unité d'enseignement
- L'information obtenue à l'issue de l'épreuve va au-delà de la note puisqu'il est possible d'identifier le niveau d'acquisition des objectifs pédagogiques visés par l'enseignement, et des compétences associées tout au long de la formation.

Les difficultés de mise en oeuvre sont essentiellement liées aux réflexions à mener surtout dans les premiers temps pour construire l'évaluation, mais surtout aux difficultés de disposer d'un outil logiciel simple pour automatiser le processus d'évaluation des objectifs et des compétences.

3 Retour sur l'évaluation des compétences dans l'UE Atelier CAO- Calculs au travers d'une activité de mise en situation

Dans la perspective d'évaluer les compétences acquises par les étudiants, la confrontation à une situation globale complexe semble la plus adaptée puisqu'elle nécessite de mobiliser un ensemble de ressources personnelles, interpersonnelles et professionnelles pour la résoudre. Cet objectif a conduit à organiser l'UE intitulée Atelier CAO-Calculs sous la forme d'un Serious Game dans lequel les étudiants appartiennent à un bureau d'études et travaillent en équipe pour répondre à un scénario imposé par l'équipe encadrante. Il s'agit de proposer une conception d'aile d'avion d'une envergure fixée, nécessitant l'assemblage de différents composants fabriqués en impression 3D ou découpe laser, et pouvant résister aux efforts imposés par le moteur. Les équipes sont constituées de 4 étudiants, chacun responsable des longerons, des nervures, des assemblages, de la peau, l'un assurant en outre la charge de chef d'équipe. L'UE

comprend 8 séances de 3h de TP qui ont été divisées en 3 séances tuteurées pour l'apprentissage de la conception sous le logiciel CREO, la simulation numérique des assemblages dans le logiciel COMSOL Multiphysics, et le pilotage d'analyses paramétriques entre ces 2 logiciels, puis 5 séances de travail en équipe sur le scénario. L'UE participe à 2 macro-compétences professionnelles liées à la conception et à l'analyse de résultats de simulations, et aux macro-compétences personnelles et inter-personnelles, plus particulièrement à 4 compétences disciplinaires, 4 compétences pré-professionnelles et 3 compétences transversales. Celles-ci sont répertoriées sur la figure 2 qui présente un document d'auto-évaluation fourni aux étudiants pour qu'ils évaluent leur progression dans l'acquisition des compétences.

NOM :
PRENOM :

Document d'auto-évaluation des compétences

Ce document vous propose de réaliser une auto-évaluation de vos compétences pour l'UE CAO-Calculs. Cette démarche vise à vous amener à réfléchir sur votre niveau d'acquisition des objectifs pédagogiques abordés dans l'UE. Cinq niveaux sont proposés :

Niveau 1 - Connaissance	Je connais
Niveau 2 - Compréhension	J'ai compris
Niveau 3 - Application	Je sais faire
Niveau 4 - Analyse	Je sais interpréter les résultats
Niveau 5 - Synthèse/évaluation	Je sais tirer une conclusion, évaluer une solution, faire de nouvelles propositions

Compétences disciplinaires	N1	N2	N3	N4	N5
CD 4.2M : Définir un cahier des charges, créer une solution technologique en itérant si besoin et en faire la conception					
OP 1 : Construire un modèle géométrique paramétré dans un logiciel					
- Construire un modèle géométrique					
- Définir les domaines et les frontières sur lesquels seront appliqués les conditions aux limites					
- Définir les sous-domaines sur lesquels seront appliqués les comportements					
- Paramétrer un modèle					
CD 6.3M : Analyser en utilisant un outil numérique les comportements statique et dynamique d'une solution technologique en contexte complexe (mono ou multiphysique, dynamique, non linéaire, incertain) selon un cahier des charges donné.					
CD 6.4M : Interpréter les résultats d'une analyse, Evaluer les performances d'une solution conçue					
OP 2 : Construire un maillage pour discrétiser une géométrie					
- Construire un maillage adapté à une géométrie					
- Evaluer la qualité d'un maillage en utilisant des indicateurs quantitatifs					
- Evaluer la convergence d'une solution avec la finesse d'un maillage					
OP 3 : Analyser un résultat de simulation numérique et en extraire les informations pertinentes					
- Choisir les données à analyser en fonction de l'étude menée					
- Choisir une échelle de représentation adéquate					
- Présenter un résultat en précisant la zone géographique d'où il a été extrait et le repère dans lequel il est présenté					
- Analyser et présenter les résultats d'une analyse paramétrique pour dégager les sensibilités des résultats aux différents paramètres					
CD 4.3M : Proposer des solutions de correction (solution technologique, choix de matériaux, architecture de matériaux ...) ou d'optimisation en fonction du contexte (déterministe, incertain, fiable) et en respectant un cahier des charges donné.					
OP 4 : Programmer la résolution automatique d'un plan d'expériences numériques					
- Utiliser une modèle géométrique paramétré pour réaliser un plan d'expériences numériques					

Compétences pré-professionnelles	N1	N2	N3	N4	N5
CP 1 : Situer son rôle au sein d'une organisation					
CP 4 : Travailler en autonomie au service d'un projet					
CP 4 : Travailler en équipe au service d'un projet					
CP 7 : Se mettre en recul d'une situation, s'auto-évaluer et se remettre en question pour apprendre					

Compétences transversales et linguistiques	N1	N2	N3	N4	N5
CT 3 : Analyser et synthétiser des données en vue de leur exploitation					
CT 4 : Développer une argumentation avec esprit critiques					
CT 5 : Se servir des registres d'expression écrite					

FIGURE 2 – Document d'auto-évaluation des étudiants dans une activité de type Serious Game

L'élaboration des épreuves d'évaluation pour cette mise en situation a posé la question de la subjectivité et a conduit à s'orienter vers des données factuelles : les objectifs pédagogiques définis pour l'UE ont alors semblé être les critères les plus pertinents, et l'évaluation des compétences disciplinaires prend alors une forme similaire à l'évaluation en UE 'classique' présentée précédemment. L'enseignement est en cours à ce semestre et toutes les conclusions ne peuvent être formulées mais les principales observations formulées sont les suivantes :

- Si les unités d'enseignement sont déclinées en objectifs pédagogiques participant à l'acquisition d'une compétence, l'évaluation des compétences disciplinaires au travers d'une activité de mise en situation peut prendre une forme similaire à l'évaluation unitaire dans les modules. Le grand intérêt de ces activités porte sur l'évaluation des compétences pré-professionnelles orientées sur le positionnement professionnel de l'étudiant et son aptitude à travailler avec les autres.
- Le projet scénarisé permet également d'évaluer la progression de l'acquisition des compétences plus

- profondément que l'évaluation ponctuelle à l'issue d'un cycle de cours.
- L'organisation spontanée des étudiants dans le Serious Games les conduit à se positionner sur les compétences globalement déjà bien acquises : ce n'est que par un format imposé de scénario d'évaluation concernant l'ensemble des compétences que les étudiants s'astreignent à aborder l'ensemble des compétences visées.
 - Le projet scénarisé semble générer plus d'anxiété chez de bons voire très bons étudiants au profil scolaire parce qu'il s'agit d'une activité ne générant pas une solution unique, nécessitant de faire des choix et pour laquelle aucune solution n'a été abordée dans un TD ou TP préalablement.

4 Conclusions

Faire évoluer les modalités d'évaluation d'une formation pour aller vers une évaluation par les compétences n'est pas simple actuellement, d'une part parce que le processus d'évaluation par des notes est très ancré dans l'enseignement, et d'autre part parce que les outils administratifs finissent par imposer à un moment ou à un autre d'affecter une note à une activité. La compétence étant reconnue face à la confrontation à une situation complexe, ces activités intégratrices sont la voie naturelle d'évaluation des compétences. La question pourrait être posée de se limiter à ces évaluations globales. Pour autant il apparaît que les évaluations plus unitaires semblables aux évaluations traditionnelles sont complémentaires de ces évaluations parce qu'elles sont des ressources pour l'activité de mise en situation, et parce qu'elles permettent d'identifier si les difficultés éventuellement rencontrées par les étudiants sont liées à des défauts de connaissances, à leur difficulté à les mobiliser, à les positionner en équipe. Il semble donc intéressant de maintenir ces différentes voies d'évaluation en proposant des activités intégratrices permettant l'évaluation globale des compétences régulièrement réparties dans le cycle de formation : ces activités peuvent être fédératrices pour l'équipe pédagogique animant les unités d'enseignement associées à la compétence visée. Il s'agit donc d'un mode d'évaluation des compétences à trois échelons, l'échelon 1 où l'évaluation se fait à l'échelle d'une unité d'enseignement et des objectifs de l'UE associés à chaque compétence, l'échelon 2 où l'évaluation se fait par le biais d'activités scénarisées, et enfin l'échelon 3 où l'évaluation se fait collectivement par confrontation des avis de l'équipe pédagogique en jury. Cette déclinaison permet de définir un niveau de maîtrise des compétences pour chaque étudiant permettant d'alimenter un document de type supplément au diplôme. Il est certain que subsistent différentes questions telles que le lien entre la notation par unité d'enseignement et le niveau de compétence, la compensation entre des unités, ... La méthodologie proposée dans ce document permet de formaliser ce lien dans le cas d'une unité isolée, la formalisation plus globale sur le lien entre la validation du semestre ou de l'année et les compétences, qui ne peuvent être évaluées en termes de notes mais en terme de niveau d'acquisition, repose sur la cohérence voulue par l'équipe pédagogique. En attendant un changement de posture peut-être plus profond, le retour d'expériences proposé dans ce document présente des stratégies compatibles avec le système actuel pour aller vers l'évaluation par compétences. La prochaine évolution importante portera sur un suivi individuel de l'étudiant dans son acquisition de compétence tel qu'il est mis en oeuvre dans les formations de l'enseignement primaire et secondaires, ou à l'université du Maine dans l'enseignement supérieur.

Références

- [1] Convention sur la reconnaissance des qualifications relatives à l'enseignement supérieur dans la région européenne, sur <http://www.coe.int>, 11 avril 1997

- [2] B. Rey, V. Carette, A. Defrance, et al., Les compétences à l'école : apprentissage et évaluation. De Boeck, 2012.
- [3] N. Postiaux, P. Bouillard, M.Romainville, Référentiels de compétences à l'université. Usages, rôles et limites. Recherche et formation, (64), 15-30.
- [4] Référentiels de compétences des mentions de licence, janvier 2015, Ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid61532/les-referentiels-de-competences-en-licence.html>
- [5] X. Roegiers, Une pédagogie de l'intégration : compétences et intégration des acquis. L'enseignement, 2001.
- [6] E. Sadoulet-Reboul, G. Chevallier, C. Berriet, L. Boubakar, Vers une démarche de construction d'un programme de formation en compétences : application au master mécanique de l'Université de Franche-Comté, Proceedings Congrès Français de Mécanique, 2017, AFM - Association Française de Mécanique